This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

NAP
4956
SES-N

Library of the Museum
OF
COMPARATIVE ZOÖLOGY,
AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.
Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No. 7098
Jan 24. 1887 - Feb. 8, 1888.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

30341

MITTHEILUNGEN

AUS DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL

ZUGLEICH EIN

REPERTORIUM FÜR MITTELMEERKUNDE.

SIEBENTER BAND.

MIT 27 TAFELN UND 30 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN,
VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.
1886—87.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt des siebenten Bandes.

Erstes Heft.

Ausgegeben den 16. December 1886.

Seite

Über die Fortpflanzung von Haplosyllis spongicola Gr. Von F. Albert. (Mit Tafel 1.) 1

Über die Bewegungen der Seesterne. Von W. Preyer. Erste Hälfte. Mit 27 Holzschnitten.) 27

Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. Von A. Dohrn. (Mit Taf. 2 u. 3.)

XI. Spritzlochkieme der Selachier, Kiemendeckelkieme der Ganoiden, Pseudobranchie der Teleostier 128

Zweites Heft.

Ausgegeben den 18. April 1887.

Zur Entwicklungsgeschichte der cyclostomen Seebryozoen. Von A. Ostroumoff. (Mit Taf. 6.) 177

Über die Bewegungen der Seesterne. Von W. Preyer. Zweite Hälfte. (Mit Taf. 7.) 191

Über einige ectoparasitische Rotatorien des Golfes von Neapel. Von L. Plate. (Mit Taf. 8.) 234

Helminthologische Bemerkungen. Von F. Zschokke. 264

Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeers. Von R. Semon. 1. Mittheilung. (Mit Taf. 9 und 10.) 272

Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. Von A. Dohrn. (Mit Taf. 4 u. 5.)

XII. Thyreoidea und Hypobranchialrinne, Spritzlochsack und Pseudobranchialrinne bei Fischen, Ammocoetes und Tunicaten 301

Über die Entwicklung des Herzens und der großen Gefäßstämme bei den Selachiern. Von P. Mayer. (Mit Taf. 11 u. 12.) 338

Digitized by Google

Drittes Heft.

Ausgegeben den 12. September 1887.

Seite

Intorno alla muscolatura liscia e striata della Nephthys scolopendroides D. Ch. Nota di C. Emery. (Con tav. 13.) 371

Intorno ai corpi rossi della vescica natatoria di alcuni Teleostei. Memoria di A. Coggi. Con tav. 14.) 381

Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres. Von R. Semon. 2. Mittheilung. (Mit Taf. 15.) 401

Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden (einschließlich der Pteropoden). Von P. Schiemenz. Zweiter Theil. (Mit Taf. 16 u. 17.) 423

Viertes Heft.

Ausgegeben den 22. December 1887.

Monographie der Familie der Tintinnodeen. Von E. v. Daday. Mit Taf. 18—21. 473

Studien über den Körperbau der Anneliden. Von E. Meyer. (Mit Taf. 22—27 und 3 Holzschnitten.) 592

Methode zur Verfertigung längerer Schnittserien in Celloidin. Von J. v. Apáthy. 742

Digitized by Google

Über die Fortpflanzung von Haplosyllis spongicola Gr.

Von

Dr. Friedrich Albert
in Münchenhof bei Quedlinburg.

Mit Tafel 1.

Die folgende Mittheilung soll ein Beitrag zur Kenntnis jener merkwürdigen Veränderungen und Umwandlungen des Körpers sein, welche bei einer Reihe von Borstenwürmern in Verbindung mit der Fortpflanzung auftreten; sie beansprucht nicht als eine abgeschlossene Untersuchung angesehen zu werden und möchte vielmehr eine Anregung zur weiteren Bearbeitung eines Gebietes sein, dessen Studium der Verfasser nicht fortsetzen konnte, das aber bei den vielen sich zur Lösung darbietenden Fragen für einen Aufenthalt in Neapel eine der lohnendsten Aufgaben sein muss.

Haplosyllis spongicola Gr. ist dasselbe Object, welches auf der Naturforscherversammlung zu Magdeburg 1884 der Gegenstand eines kurzen Vortrages war (**35**, p. 323 und 324). Es bedarf zuerst einer Darlegung der Gründe, welche bestimmend waren, den damals gegebenen Namen *Haplosyllis aurantiaca* Eisig wieder einzuziehen und zu der alten GRUBE'schen Benennung zurückzukehren. Zu diesem Zwecke ist es nöthig, eine Übersicht über unsere gegenwärtige Kenntnis des Subgenus *Haplosyllis* Langerhans und der diesem nahestehenden Formen vorauszuschicken.

LANGERHANS (**24**, p. 526) stellte für alle die Syllideen, die sich durch den ausschließlichen Besitz von nur einfachen Borsten charakterisiren, den Namen *Haplosyllis* als Untergattung zu *Syllis* auf. Die einzige damals bekannte Art war *Haplosyllis hamata* Cl. Die Form

Digitized by Google

wurde zuerst von CLAPARÈDE in seiner monographischen Bearbeitung der Chaetopoden des Golfes von Neapel auf Grund von Jugendformen (species immatura) aufgestellt als *Syllis hamata* (**7**, p. 195).

LANGERHANS scheidet in strenger Durchführung seiner Subgenus-Diagnose die 1855 von GRUBE (**16**, p. 104, Taf. 4 Fig. 4) beschriebene *Syllis spongicola* hiervon aus (**24**, p. 528), die MARION und BOBRETZKY (**30**, p. 24) mit *Syllis hamata* vereinigen wollten, dagegen spricht er sich später (**25**, p. 120 Anm.) für eine Vereinigung der von EISIG (**11**, p. 270) als *Syllis aurantiaca* bezeichneten Art mit *Haplosyllis hamata* aus, und eben so der von GRUBE (**20**) beschriebenen *Syllis violaceo-flava*, während die Species *uncinigera* Gr., *singulisetis* Gr. und *lycochaetus* Gr. in die Nähe von *hamata* gestellt werden. Die von BOBRETZKY (**2**, Fig. 51, 52) aus dem Schwarzen Meere beschriebene und hierher gehörige Art *Syllis oligochaeta* ist von dem Autor selbst wieder eingezogen worden.

Wie die einzelnen Angaben einander gegenüber stehen, wird sich am besten aus einer tabellarischen Zusammenstellung derselben ersehen lassen, die ich p. 4 bis 7 folgen lasse.

Ich habe dabei von der Berücksichtigung der zuletzt von GRUBE (**20**) aufgestellten Species *uncinigera*, *singulisetis* und *lycochaetus* Abstand genommen, da die Diagnosen natürlich den Mangel an sich tragen, den eine ausschließliche Berücksichtigung von Spiritusmaterial mit sich bringt. Wie wenig aber im Allgemeinen diese Veränderungen bei der Conservirung zu unterschätzen sind, hebt GRUBE selbst an anderer Stelle hervor (**17**, p. 45), und noch mehr, mit in die Augen springenden Beispielen, v. MARENZELLER bei seiner Beschreibung von *Syllis hyalina* (**29**, p. 152).

Die erste Columne enthält die bisher fehlenden Angaben über die Neapeler Form, die, wie oben bemerkt, CLAPARÈDE nur im Jugendzustande vorlag. Als Grundtypus des Thieres habe ich das Individuum in dem Stadium angenommen, in dem es im Begriffe steht, zur Fortpflanzung zu schreiten. Ich folge dabei den Ausführungen von EHLERS (**9**, p. 203 u. 204); bei den verschiedenen und gerade innerhalb der Familie der Syllideen so abweichenden Vorgängen bei der Fortpflanzung ist dieser Standpunkt geradezu geboten.

Wie oben kurz bemerkt, war EISIG geneigt, in der Neapeler *Haplosyllis spongicola* Gr. CLAPARÈDE's *Syllis aurantiaca* wiederzuerkennen; er sagt darüber (**11**, p. 270): »Die mir vorliegende *Syllis*-Art stimmt in nahezu allen ihren Merkmalen so auffallend mit der von CLAPARÈDE (**7**, p. 200) als *Syllis aurantiaca* beschriebenen Form überein, dass ich

Digitized by Google

keinen Augenblick zauderte, sie mit derselben zu vereinigen.« Nachdem inzwischen von LANGERHANS (25) für Madeira die *Syllis aurantiaca* Cl. wieder erkannt ist, können wir nicht mehr glauben, dass es sich bei CLAPARÈDE um eine Verwechslung mit *Syllis hamata* handelte, sondern dass diese *Syllis aurantiaca* wirklich in Neapel existirt, obgleich sie seit jener Zeit nicht wieder aufgefunden wurde. Es wäre so die Species *aurantiaca* von dem Subgenus *Haplosyllis* auszuschließen.

Bei dem Versuche einer Entscheidung in der streitigen Frage, ob *Syllis spongicola* Gr. und *Haplosyllis hamata* Cl. (*Syllis hamata*) zusammenfallen oder nicht, so wie in der Frage nach der geographischen Verbreitung der Formen war ich in der Lage, Vergleichungsmaterial von Madeira und Marseille berücksichtigen zu können. In der zuvorkommendsten Weise wurde mir dies sowohl durch Herrn Professor LANGERHANS in Madeira, als auch durch Herrn Professor MARION in Marseille ermöglicht und ich erfülle hiermit die angenehme Pflicht, beiden Herren meinen Dank öffentlich an dieser Stelle auszusprechen.

Zu gleichem Danke bin ich dem Conservator der Zoologischen Station zu Neapel, Herrn LOBIANCO, so wie Herrn Lieutenant COLOMBO für Überlassung des von ihnen conservirten Materiales verpflichtet.

Es ergab sich zunächst, dass die von MARION und BOBRETZKY bei Marseille gefundene Form genau mit der mir aus dem Golfe von Neapel vorliegenden übereinstimmte, und dass ferner nur geringe Größenunterschiede zwischen diesen und der Form von Madeira vorhanden sind.

Das von GRUBE behauptete Vorhandensein von zusammengesetzten Borsten in den hinteren Segmenten der Triester Species wäre allerdings ein vollberechtigter Grund, diese Form aus dem Subgenus *Haplosyllis* auszuscheiden. Nun lässt sich aber, wenn auch nicht mit absoluter Gewissheit, so doch mit größter Wahrscheinlichkeit diese Angabe auf einen Beobachtungsfehler zurückführen, der bei den vor 30 Jahren gebrauchten optischen Hilfsmitteln sehr leicht seine Erklärung findet.

Die »Pubertätsborsten« in den hinteren Segmenten des in Fortpflanzung befindlichen, geschlechtsreifen Thieres erscheinen häufig in einem Zustande, in dem sie sich leicht mit typischen, zusammengesetzten Borsten verwechseln lassen, so dass ich kein Bedenken trage, die Angaben GRUBE's für irrthümlich zu halten. Das Nähere hierüber soll bei der Beschreibung der Pubertätsborsten gesagt werden. Es wäre sehr wünschenswerth, wenn diese Vermuthung durch eine Vergleichung an Material von Triest zur Gewissheit erhoben würde.

Digitized by Google

		Haplosyllis spongicola. Neapel.	*Syllis spongicola* Grube Arch. f. Naturgesch. 1855.
Farbe		lebhaft rothbraun bis gelb, selten farblos.	luteum, paulo translucidum v aurantiacum.
Kopflappen	Gestalt	queroval von oben gesehen.	transversus triangulus rotundat
	Palpen	an der Basis breit, sie berühren sich bis zu einem Drittel ihrer Länge.	lati, lobo capitali vix longiores, tri guli, margine interno obliquo, re externo arcuato.
	Fühler	schlank gegliedert, nicht moniliform. Die Gliederung an der Spitze deutlich, an der Basis fast verschwunden. Ein medianer Fühler doppelt so lang als die Palpen und 2 seitliche. Ersterer ca. 50, letzterer ca. 40 Glieder.	Tentacula lateralia toros fronta vix excedentes, impar paulo longi articulis 9.
	Augen	4 Augen in Trapezform, die vorderen weiter aus einander stehend als die hinteren, außerdem zwei kleine Stirnaugen.	parvi trapezii instar collocati, teriores paulo magis distantes.
Buccalsegment	Gestalt	halbmondförmig, halb so lang als der Kopflappen, es umfasst die hintere Hälfte desselben.	proximo haud brevius.
	Fühlercirren	ein oberer längerer mit ca. 45 Gliedern und ein unterer von der Länge der paarigen Fühler.	tentaculis paulo longiores articu fere 16.
Leibessegmente	Länge und Gesammtzahl	Zahl ca. 90, Länge 4—5cm, größte Breite 1,5 mm.	Zahl 60—156, Länge bis 2 Z Breite 0,5 Zoll.
	Gestalt	kräftig im Vergleiche zu anderen Syllideen, größte Breite am 21.—25. Segment.	segmentis mediis fere ter, anterio bus quater latioribus quam longi
	Ruder	sehr klein, nur wenig breiter als der Rückencirrus.	—
	Rückencirren	meist wechselt ein längerer nach oben gerichteter mit einem kürzeren nach unten gerichteten ab.	plerumque articulis 19—23, latitu nem corporis adaequantes.
	Bauchcirren	stark entwickelt, kegelförmig, sie überragen die Ruder.	tuberculis setigeris vix longius p minentes.
	Borsten und Aciculen.	vorn meist 2, nach hinten wächst die Zahl bis 14 (an der Schwimmknospe). Gestalt einfach, zwei vordere kleine und eine größere seitliche Spitze. Vorn bis 4 Aciculen.	simplices plerumque 5-nae, acicula 3-nae earum uncini acumine biden saepius magis prominentes.
Aftersegment	After	rückenständig und bewimpert.	—
	Aftercirren	kein unpaarer vorhanden, dagegen zwei paarige von sehr verschiedener Länge.	—

Digitized by Google

Syllis hamata Claparède d. du Golfe de Naples.	*Syllis spongicola* Marion und Bobretzky. Ann. d. sc. nat. 6. sér. Tome 2.	*Syllis hamata* Langerhans Zeitschr. f. wiss. Zool. 32. Bd.	*Syllis violaceo-flava* Grube Annulata Semperiana 1878.
mal est en général in-e. J'en ai pourtant ren-tré d'un orangé pâle.	La couleur du corps est un peu variable: les jeunes vers sont très transparents, tandis que les tissus des adultes prennent une belle teinte orangée quelquefois assez opaque.	Erwachsene Exemplare sind dunkel bräunlich gefärbt, jüngere Thiere dagegen ganz farblos.	flava segmentis anterioribus 9 cum lobo capitali fusco violaceis.
très court.		—	rotundato quadrangulus longitudine segmentorum proximorum 2.
fort larges.		—	violacea, parallela, obtusissima subelliptica, paene usque ad apicem sese tangentia, linea longitudinali dorsuali alba, apice albo marginato, margine exteriore convexo, plus 2pla longitudine lobi capitalis.
—		Ziemlich lang mit gegen 30 Gliedern, die zart und nicht hoch sind.	linearia, dimidio superiore distincte, inferiore minus distincte breviter articulata, paria apicem subtentaculorum attingentia, impar eum superans, articulis fere 22. Länge etwa 0,6 mm.
petits yeux principaux rvus de cristallin et dis-es trapeze sur le ver-Deux autres points ocu-faciles à reconnaître sent le bord frontal.	Tous les détails d'organisation concordent exactement avec ceux assignés par Claparède au *Syllis hamata* et par Grube au *Syllis spongicola*.	Kopf mit 4 großen Augen und zwei Stirnaugen.	nicht erkennbar.
—		dorsal sichtbar.	(Lobo capitali) multo latius eum amplectens.
—		Cirri tentaculares dorsales bis 35 Glieder.	Gestalt wie die Fühler. Cirri tentaculares superiores cum tentaculo impari fere aeque prominentes.
25—50, Länge 8—9 mm.		Länge über 2 cm, Segm.-Zahl 68—77.	Zahl 125, Länge 26 mm, Breite mit Rudern am 2. Segm. 0,8, am 29. 1,5 mm.
gracile.		—	utrinque valde attenuata, supra maxime convexa-, latitudine usque ad segmentum 27-tum maxime crescente.
—		—	Pinnae anteriores perbreves, fere 1/6, posteriores 1/4 latitudinis segmentorum aequantes.
in cirris dorsualibus te-is brevibusque. Ils n'at-ent jamais une longueur au diamètre du corps.		Cirrus dorsalis II mit 42 Gliedern ist der längste von allen, dann kommen vorn solche von 20 bis 30 Gliedern, hinten 12—24, die die Breite des Körpers stets erreichen, oft übertreffen.	kurz gegliedert, auch am Ende nicht rosenkranzförmig. Gliederung unten sehr undeutlich.
—		—	Cirri ventrales apicem pinnae attingentes vel breviores.
nae nullae. Pedes se-mplicibus instructi aliis tribus, aliis subulatis ce paululum incurvo.	Ces soies n'existent que par groupes de deux ou trois dans chaque pied.	überall 3, selten 4.	Setae pinnarum anteriorum 16 paene omnino desideratae, proximarum 1-nae, ceterarum 2-nae (raro 3-nae), simplices, breves, apice hamato, bidente.
—		—	—
ores bini impari nullo.		Analcirren lang, Appendix sehr klein.	Cirri anales brevissimi, longitudine segmenti postremi.

Digitized by Google

	Haplosyllis spongicola Neapel.	*Sylliś spongicola* Grube Arch. f. Naturgesch. 1855.
Rüssel	meist vom 1. bis 14. Leibessegment, vorn dorsal ein starker Zahn, am vorderen Rande 10 Papillen. »Annulus pallidus« vorhanden.	—
Ösophagus	meist vom 14. bis 22. Leibessegment ein schwimmblasenähnliches Organ stark entwickelt.	—
Fundort und Lebensweise	35—65 m Tiefe im Golfe von Neapel zwischen *Lithothamnion* und *Lithophyllum*.	Gefunden in orangefarbigen Schw men bei Triest.
Fortpflanzung	Neben der normalen Fortpflanzung, bei der sich etwa vom 30. Segment an Geschlechtsproducte entwickeln, findet die Ausbildung einer geschlechtlichen Schwimmknospe statt.	Segmenta postrema 12—15 in nullis a prioribus differentia, ma laxiora, tuberculis setigeris ad l cirri dorsualis tumidis, puncto n notatis, fasciculo setarum duplici perioribus falcigeris, inferioribus to magis numerosis, capillaribus, a uncinatis, trientem vel dimidiun titudinis segmenti sui adaequanti

Die folgenden Beobachtungen an *Haplosyllis spongicola* Gr. wurden an Material gemacht, das aus dem Golfe von Neapel stammte, und zwar aus einer Tiefe von 35 bis 65 m. Der Fundort, der fast nie vergeblich besucht wurde, war die 35—40 m tiefe Secca della Gaiola. Nicht so reichlich war das Vorkommen auf der Secca di Chiaja und der Secca di Benta Palummo. Die größten Exemplare lieferte das Schleppnetz von der Südseite von Capri bei den Faraglioni.

Während das Material von diesen Fundorten ziemlich gleichförmig war, gelangte ich einmal in Besitz einer Reihe von Exemplaren, die durchschnittlich um die Hälfte kleiner waren, als die bisher von mir gekannten, sie waren dabei fast ganz farblos, ausgewachsen und in der Fortpflanzung stehend. Das Material wurde am 12. Juni 1884 der Zoolog. Station von Korallenfischern zugetragen mit der Angabe, dass es aus größerer Tiefe von der Secca di Benta Palummo stamme. Die Thiere zeigten die größte Übereinstimmung mit den von LANGERHANS in der Strandfauna von Madeira gefundenen Formen. Es wäre interessant gewesen festzustellen, dass eine typische Strandform von Madeira mit einer Tiefenform von Neapel identisch ist, während die Formen aus mittlerer Tiefe verhältnismäßig bedeutende Unterschiede zeigen. Leider blieben die weiteren Bemühungen der Zool. Station in dieser Richtung ohne Erfolg, es gelang nicht, wieder ähnliche Formen aufzufinden, so dass wir die Angaben über diesen Fundort vorläufig mit aller Vorsicht aufzunehmen gezwungen sind.

Die Angaben über die Lebensweise der *Haplosyllis spongicola* Gr. stimmen ziemlich überein. Die Thiere leben zum Theil in orangefarbi-

Digitized by Google

is hamata Claparède . du Golfe de Naples.	*Syllis spongicola* Marion und Bobretzky. Ann. d. sc. nat. 6. sér. Tome 2.	*Syllis hamata* Langerhans. Zeitschr. f. wiss. Zool. 32. Bd.	*Syllis violaceo-flava* Grube. Annulata Semperiana 1878.
mpe et le proventri- ni à peu près égaux gueur et occupent les en treize premiers ts. Proboscidis stra- gmentosum continuum pallido nullo. Le tricule compte de 80 rangées de glandes.		Pharynx lang, Zahn ganz vorn, gelbbraun.	Pharynx exsertilis, brevis, dimidio anteriore albo, papillis brevibus conoideis 9 coronato posteriore violaceo. reicht etwa bis zum 21. Segment.
		lang, mit über 60 Reihen, 5 und mehr Segmente einnehmend.	reicht etwa bis zum 31. Segment.
al circule, dans les s creusées dans les en dans les testes balanes. Neapel.	Spongiaires des fonds coralligènes ou sur les Algues encroûtées. Marseille.	Strandfauna, an den Algen der Uferfelsen nicht häufig. Madeira.	Philippinen (Bohol).
—	—	2 Männchen beobachtet. 1) mit 68 Segmenten, Sperma vom 48. an. 2) mit 55 Segmenten, Sperma vom 24. an. Weibchen. Eier vom 20. Segmente an.	—

gen Schwämmen — so fand Grube seine Triester Form und gab ihr dem entsprechend den Namen —, meist aber in den von *Lithothamnion* und *Lithophyllum* incrustirten Gesteinsstücken und Molluskenschalen, die den Grund der genannten Localitäten weithin bedecken und reichlich bei jedem Schleppnetzzuge heraufbefördert werden. Sie halten sich in ihren Gängen sehr verborgen, wozu sie durch ihre der Umgebung ungemein angepasste Farbe besonders befähigt sind, und sind daher fast nie ganz lebensfrisch zu erhalten, da man sie am besten durch eine langsame Alkoholbetäubung zum Verlassen ihrer Schlupfwinkel bewegen muss.

Es mag dies ein Grund sein, wesshalb jedes Unternehmen einer Züchtung dieser Thiere in den Aquarien der Zool. Station scheiterte, obgleich Versuche angestellt wurden, sie unter Wassercirculation, im Durchlüftungsapparate und in einfach ruhigem Wasser unter Verschluss mit Algen zu erhalten. In allen Fällen starben sie nach wenigen Tagen ab. Oft waren ferner massenhafte Angriffe von Infusorien, denen gegenüber die *Haplosyllis* wenig resistent zu sein scheint, die unmittelbare Ursache des Absterbens. Vielleicht ist aber der Hauptgrund, der sich der Züchtung entgegenstellt, in der Unfähigkeit der Thiere zu suchen, unter dem geringen Drucke des Wassers der Züchtungsaquarien weiter zu leben und wird es erst dann möglich sein, die Entwicklung dieses Wurmes zum Abschlusse zu bringen, wenn die Möglichkeit gegeben ist, den zur Lebensbedingung gehörigen Druck in den Aquarien künstlich wiederzugeben.

Was die Conservirungsmethode anlangt, so erwies sich von allen

Digitized by Google

gebräuchlichen Verfahren die Behandlung mit heißem, concentrirtem Sublimat nach der Alkoholbetäubung als das Beste zur schnellen Conservirung. Gleiche Resultate wurden durch einfaches, sehr langsames Überführen der Thiere in stärkeren Alkohol erzielt, immerhin erfordert die letztere Art eine besondere Sorgfalt und Übung. Zur Färbung sowohl der Stücke im Ganzen als auch der Schnitte leistete MAYER's Carmin die besten Dienste. Zum Aufkleben der Schnitte wurde die Eiweißmethode (**31**, p. 521) mit Erfolg angewendet.

Nachdem die *Haplosyllis spongicola* Gr. das Stadium erreicht hat, das der allgemeinen Beschreibung zu Grunde gelegt wurde (Fig. 1), beginnt die Bildung der Geschlechtsproducte und zwar ist dieselbe auf die hinteren zwei Drittel des Körpers beschränkt. Es finden sich wohl gelegentlich Eier in dem vorderen Leibeshohlraum neben dem Rüssel-Ösophagus, doch dürften diese von der Stelle ihrer ursprünglichen Entstehung durch mechanische Vorgänge dorthin befördert sein. So bedingt z. B. das sehr energische Vorschnellen des Rüssels eine so erhebliche Kraftanstrengung, dass der dadurch verursachte scharfe Laut[1] weit hörbar ist und der ganze Vorgang wohl geeignet ist, eine Ortsveränderung der Geschlechtsproducte zu bewirken.

Die Bildungsstelle dieser Geschlechtsproducte ist in den typischen[2] Leibessegmenten des Wurmes, deren jedes durch ein stark musculöses Dissepiment (Fig. 8 *D*) von den benachbarten getrennt ist, eine constante; sie liegt vorn beiderseits vom Darme und hat zum Ausgangspunkte eine regelmäßig pulsirende, gefäßartige Aussackung, die erst mit der Bildung der Geschlechtsproducte bedeutendere Dimensionen annimmt und bei halbreifen Thieren am größten ist (Fig. 8 *G*). Ob wir es hier mit einer blinden Ausstülpung des Gefäßsystems zu thun haben, ein Verhalten, wie es CLAPARÈDE (**8**, p. 55) für *Nereis* festgestellt hat, konnte ich nicht entscheiden, da mir der Zufall ein recht spärliches Material an halbreifen, gerade für diese Untersuchungen geeigneten Exemplaren in die Hände spielte und außerdem die Beobachtung am lebenden Thiere bei der sehr undurchsichtigen Körperbedeckung und der Farblosigkeit des Blutes besondere Schwierigkeiten hat.

---

[1] Ich kann mich der Ansicht (**11**, p. 285) nicht anschließen, nach der dieser Ton nur durch die Palpen verursacht wird.

[2] Typisch, im Gegensatze zu den ca. 25 vorderen Segmenten, die durch den in denselben gelagerten Apparat des Rüssel-Ösophagus, so wie der schwimmblasenähnlichen Organe eine bedeutende Umwandlung erfahren haben.

Digitized by Google

Der Ort der Bildung ist für Sperma und Eier bei den dioecischen Thieren derselbe. Hermaphroditismus konnte bei weit über 100 untersuchten Exemplaren nur einmal mit Sicherheit constatirt werden.

Mit dem Heranreifen der Geschlechtsproducte werden die Männchen und Weibchen auch äußerlich erkennbar. Der Theil des Thieres, den wir zunächst betrachten wollen und der etwa vom 30. bis 85. Segmente reicht, erscheint aufgetrieben und das Sperma schimmert weißlich, die Eier violett durch die Körperwand hindurch.

Das Sperma zeigt die bei den Würmern bekannte Form (Fig. 14) und führt lebhafte Schlängelbewegungen aus. Die Länge des Kopfes beträgt 0,0015 mm.

Die Eier haben einen Durchmesser von 0,06 bis 0,07 mm, sie besitzen ein sehr deutliches Keimbläschen (Durchmesser 0,028 bis 0,03) mit eben solchem Keimfleck (Durchmesser 0,01 mm).

Die Bildung der Geschlechtsproducte geht hier ohne eine erhebliche Einwirkung auf den äußeren Körper und die inneren Organe des Wurmes vor sich. Äußerlich wahrnehmbar ist nur ein Auftreten von einer Pigmentanhäufung an der Basis der Dorsalcirren, die in allen Segmenten, wo sie sich findet, paarig auftritt und deren Vorkommen auf die Segmente mit Geschlechtsproducten beschränkt ist. Langerhans beobachtete solche am 21. Segmente und glaubte daraus auf eine Kopfbildung schließen zu müssen. Es leitet sich allerdings eine Kopfbildung bei anderen Syllideen in dieser Weise ein, aber dort nehmen dann diese Bildungen sehr bald den Charakter von Augen an. Für die *Haplosyllis spongicola* Gr. konnte ich aber feststellen, dass die weitere Ausbildung der Geschlechtsproducte ohne fernere Einwirkung auf diese Gebilde blieb.

Bei den mit Pigmentanhäufungen, und also auch mit Geschlechtsproducten ausgerüsteten Segmenten erscheint das Ectoderm in der Mitte des Körpers zwischen den beiden Dorsalcirren von bedeutenderem Durchmesser als am übrigen Körper. Diesen Charakter verdankt es einer großen Anhäufung von einzelligen Drüsen, die an dieser Stelle so dicht gedrängt liegen können, dass sie fast den Eindruck eines Cylinderepithels machen. Bei einigen Exemplaren waren die Zellen vollgefüllt mit zahlreichen stark lichtbrechenden, fettartigen Kügelchen, die von dem Protoplasma der Drüsenzelle in dünner Schicht sackartig umgeben waren. Der Kern liegt dann basal und springt, obwohl etwas abgeplattet, von den Umrissen der Zelle hervor. Der schlauchförmige Drüsenkörper spitzt sich gegen die Cuticula ziemlich plötzlich zu und hebt die recht dünne Körperbedeckung häufig

Digitized by Google

kegelförmig empor. An der Spitze des dadurch gebildeten Kegels liegt dann die Ausmündung der Drüsenzelle (Fig. 12 *D*). Der Füllungszustand der Drüsen war allerdings ein recht verschiedener, der unabhängig von den Entwicklungsstadien der Geschlechtsproducte zu sein scheint. Die Drüsen finden sich nur an der erwähnten Körperstelle und nehmen gegen die Grenzen der Segmente an Häufigkeit ab.

An der Basis der Dorsalcirren ist das Pigment zwischen die Drüsenzellen gelagert (Fig 12 *P*) und zwar findet die Hauptverbreitung an dieser Stelle unmittelbar unter der Cuticula statt, doch sind geringere Theile auch in den tieferen Schichten vorhanden.

Die Pigmentanhäufungen treten nicht nur im vorderen Theile des Wurmes auf, sondern werden nach dem Schwanzende zu häufiger und regelmäßiger, bis sie sich an jedem Segmente am Ende desjenigen Theiles des Thieres, den wir jetzt betrachten, je eine an der Basis eines Dorsalcirrus, befinden (Fig. 5). Das hier abgelagerte Pigment erscheint tief schwarz.

Als weitere Veränderung des Körpers lässt sich nur noch eine geringe Anschwellung der Segmentalorgane feststellen, die außerdem durch eingelagerte Pigmente roth und sehr deutlich werden. Die innere Höhlung wimpert der ganzen Länge nach von vorn nach hinten.

Während in 50 bis 60 Leibessegmenten diese Veränderungen vor sich gehen, die ich als einfache Fortpflanzung bezeichnen möchte, erfahren die letzten 20 bis 30 Segmente des Wurmes complicirtere Umwandlungen in Verbindung mit der Fortpflanzung, die sich als Schwimmknospenbildung bezeichnen lassen.

Der letzte Schwanzanhang bei den am Ende der Jugendentwicklung stehenden Thieren erscheint farblos und daher ziemlich durchsichtig. Mit dem Beginne der Sperma- und Eibildung wächst aber dieser Theil rasch durch Neubildung von praeanalen Segmenten eben so wie durch seitliche Verbreiterung der Parapodien, so dass er bald bedeutend von den normalen *Syllis*-Segmenten in der äußeren Gestalt abweicht.

Die äußere Bedeckung trägt nicht die orangegelbe Farbe des übrigen Thieres, sondern ist durch verschiedene meist carmoisinrothe lebhaft gefärbte Pigmente davon unterschieden (Fig. 5).

Die Dorsalcirren haben nicht in dem Maße wie die übrigen Theile an dem Wachsthume Theil genommen und sind dünn und klein geblieben, dagegen hat die an der Basis derselben gelegene Pigmentanhäufung sich besonders stark entwickelt, und zwar legt sich dieselbe meist zuerst röthlich an, um demnächst ganz schwarz zu werden.

Digitized by Google

Die Zellen der Hypodermis bilden eine linsenförmige Verdickung an dieser Stelle und haben in ihrem Bau eine wesentliche Umbildung zum Theil erfahren. Die untere dem Körper zugewendete Seite des linsenförmigen Organes — denn als ein Organ müssen wir das ganze Gebilde wohl ansehen — begrenzt zunächst ein Lager von Zellen, die den typischen Hypodermalzellen gleichen, so wie sie in der Körperregion zwischen den Dorsalcirren auftreten. Die Matrix zeigt hier nicht jenen Drüsenreichthum, der an der homologen Stelle bei den gewöhnlichen Segmenten als charakteristisch erwähnt wurde, wir können dem Gewebe außer der Chitin bildenden Funktion keinen speciellen Charakter zusprechen.

Während die Zellen der untersten Lage des linsenförmigen Organes den ursprünglicheren Habitus zeigen, sind die über denselben befindlichen wesentlich verändert, sie erscheinen keilförmig und nach außen zugespitzt. Dadurch, dass die Spitzen zu einander convergiren, entsteht die linsenförmige Gestalt des Organes. Der Inhalt dieser Zellen ist gegenüber der körnig-protoplasmatischen Natur der gewöhnlichen Hypodermalzellen einer mehr durchsichtigen Beschaffenheit gewichen. Der Kern liegt stets an der Basis solcher Zellen und zeigt nicht mehr die runde Form, wie bei den darunter liegenden Zellen. Sein Verhalten ist auch chemisch ein verschiedenes geworden, da er durch die angewendeten Farbstoffe ungleich tiefer gefärbt wurde, als die anderen Kerne. Zwischen den unteren Theilen dieser Zellen findet sich oft in unregelmäßiger Vertheilung das Pigment abgelagert, das gleichzeitig mit der Umwandlung dieser Zellen in größerer Masse entsteht (Fig. 13).

Zwischen den Zellen der untersten Grenzlage findet sich kein Pigment vor.

Da der obere Theil der linsenförmigen Organe in normalem Zustande pigmentfrei ist und so als durchsichtiger, lichtbrechender Körper über die Oberfläche des Thieres vorspringt, so scheint es auf den ersten Blick gerechtfertigt zu sein, diese Gebilde als Augen anzusprechen. Dem gegenüber stellt sich aber der auffallende Mangel einer entsprechenden Innervirung dieser Organe. Vielleicht haben wir es hier mit einer nicht zur Vollendung gekommenen Augenanlage zu thun, deren weitere Ausbildung nicht stattfand, weil sich nicht wie bei anderen Syllideen eine Kopfbildung mit entsprechender Gehirnausbildung vollzieht.

Es sind bei einer Reihe von Borstenwürmern Organe bekannt, die sich in Analogie und zum Theil wohl auch in Homologie mit den Pig-

Digitized by Google

mentanhäufungen der *Haplosyllis* bringen lassen und die in ihrer verschiedenen Ausbildung uns interessante Vergleichungspunkte darbieten.

So sind solche Pigmentanhäufungen in weitester Verbreitung bei den Euniciden vorhanden und von CLAPARÈDE beschrieben, zuerst bei *Eunice Harassii* Aud. et Edw. (6, p. 120), dann aber weiter bei *Eunice vittata* D. Ch. (*Eunice limosa* Ehl. 10, p. 348). Der Autor sagt hier: »Dans les 40 ou 50 derniers segments depourvus de branchies on trouve à la base de chaque pied sur le bord postérieur de cet organe un petit oeil formé d'un amas de pigment et d'un cristallin. Cet oeil est relativement bien plus petit que les taches oculiformes des pieds chez l'*E. Harassii*, l'*E. Claparedii* et l'*E. rubrocincta* et la *Hyalinoecia rigida*. Ces dernières sont aussi moins superficielles. Un rapprochement de ces organs ne s'en presente pas moins fort naturellement à l'esprit.«

Wir sehen hier, dass die Pigmentanhäufungen, die auf einer niederen Stufe der Entwicklung stehen, homolog sind mit Gebilden, die in ihrer höheren Ausbildung zweifellos den Charakter von Augen annehmen, und das bei ganz nahe verwandten Formen.

Ähnliche Pigmentanhäufungen sind ferner bei *Psamathe fusca* durch JOHNSTON bekannt geworden (22).

Es sei im Anschlusse hieran das Vorkommen der Seitenaugen bei den Opheliaceen erwähnt.

Nach einer mündlichen Mittheilung ist die Augennatur der von EDUARD MEYER (32, p. 797) genauer beschriebenen Seitenaugen von *Polyophthalmus* dem Verfasser nach nochmaliger Untersuchung an frischem Materiale von *Polyophthalmus pictus* und besonders von *P. pallidus* sehr zweifelhaft geworden. MEYER ist geneigt, vielleicht Leuchtorgane in diesen Gebilden zu sehen. Dass die complicirte Deutung der »Seitenaugen« nicht zutreffend ist, hat später auch CARRIÈRE betont (4, p. 29, 30). MARENZELLER erwähnt das Vorkommen augenartiger Pigmentflecke unmittelbar oberhalb des Ursprunges der Ruder bei *Armandia oligops* (28, p. 471), das schon F. DE FILIPPI (12, p. 215) bei der Gattungsdiagnose hervorhob (cf. 19, p. 60 und 66).

Die wesentlichste Umgestaltung des Schwanzanhanges der *Haplosyllis* findet durch die Bildung eines locomotorischen Apparates statt, der die Bezeichnung des ganzen Theiles als Schwimmknospe rechtfertigt. Die hauptsächlichsten Momente dabei sind die Entstehung von Schwimmborsten und die damit verbundene Umgestaltung der Musculatur zur Bewegung derselben.

Das Auftreten der von LANGERHANS als Pubertätsborsten be-

Digitized by Google

zeichneten ruderförmigen Schwimmborsten findet bei einer größeren Zahl der Syllideen in Verbindung mit der Geschlechtsreife statt. Die einzige mir bekannte Angabe über die Bildung derselben ist von CLAPARÈDE gelegentlich seiner Untersuchungen über die Umwandlung der *Nereis* in die *Heteronereis*-Form gemacht. Dort wie bei den Syllideen entstehen in einem besonderen Bündel typisch gestaltete Schwimmborsten zur Zeit der Geschlechtsreife. CLAPARÈDE sagt darüber (8, p. 47): »Que la formation de ces faisceaux soit précédée de l'invagination d'un pli des téguments comme M. EHLERS se croit obligé de l'admettre, c'est là une exigence de la théorie, qui n'est point confirmée par des faits. Le faisceau nouveau se forme à l'intérieur même de la rame pédieuse, comme cela a lieu vers l'époque de la maturité sexuelle pour les faisceaux des soies capillaires chez les Syllidiens.«

Geeignete Querschnitte lassen uns erkennen, dass die Pubertätsborsten bei dem Schwanzende der *Haplosyllis* ihren Ursprung vom Ectoderm nehmen und zwar durch eine Verdickung der Hypodermis, die sich blasen- oder sackartig in den Innenraum des Körpers vorschiebt und nur in einer schmalen Verbindung mit dem Ectoderm bleibt (Fig. 9 *PT*). Bei einer Beobachtung ohne Zuhilfenahme der Schnittmethode kann es so sehr leicht den Anschein haben, als ob diese Borstentasche selbständig im Inneren entstände, zumal sich ja gleichzeitig mit den ectodermalen Borsten die mesodermalen Muskeln an der Borstentasche bilden (Fig. 9 *M*).

Die Entstehung der Borsten vollzieht sich also vollständig so, wie es EHLERS (10, p. XII) beschreibt und wie es schon von LEYDIG (27, p. 256) für *Phreoryctes* festgestellt war.

Neuere Untersuchungen haben Belege theils für theils gegen die ectodermale Natur der Borsten gebracht, so dass wir in dieser Frage vorläufig noch keine allgemeine Entscheidung fällen können. Für einen mesodermalen Ursprung traten SEMPER, HATSCHEK (21) und GOETTE (15) ein, während die Untersuchungen von VEJDOVSKY (36 und 37), BÜLOW (3) und SPENGEL (34) einen ectodermalen Ursprung derselben nachwiesen; als einen weiteren Beleg für die letztere Entwicklungsweise möchte ich den Bildungsmodus der Pubertätsborsten hinzufügen.

Das Auftreten einer Acicula geht der Bildung der eigentlichen Pubertätsborsten etwas voraus.

Die Borsten selbst sind flach ruderförmig gestaltet und in ihrem inneren Bau wie die typischen einfachen Borsten der *Haplosyllis*.

Eine äußere homogene oder nur schwach gestreifte Rindenschicht schließt eine Reihe von Kanälen ein, die sich der ganzen Länge nach

Digitized by Google

in der Borste hinziehen (Fig. 10 und 11). Während aber bei den einfachen Borsten die Rindenschicht äußerst stark ist und die Gebilde zu festen Stützorganen macht, die bei der kriechenden Fortbewegung kräftig mitwirken, sind die Pubertätsborsten im Gegensatze hierzu mit einer außerordentlich dünnen Rindenschicht ausgerüstet und daher trotz ihrer verhältnismäßig großen Masse äußerst leicht und ihrem Zwecke entsprechend biegsam. Sie erscheinen daher oft bei den durch den Fang mitgenommenen Thieren umgebogen oder geknickt und haben dann ein Aussehen, das dem von zusammengesetzten Borsten sehr gleicht. Die Behauptung GRUBE's bei seiner Triester Form, an dem auch dort als Schwimmknospe zu deutenden Schwanzanhange zusammengesetzte Borsten gesehen zu haben, möchte ich auf einen solchen, leicht erklärlichen Beobachtungsfehler zurückführen.

Die gewöhnlichen einfachen Borsten der Schwimmknospe sind in der Regel etwas dünner und namentlich die Spitzen weniger ausgebildet als am anderen Thiere. Diese Differenzen in der Gestaltung sind schon von MARION und BOBRETZKY treffend charakterisirt (30, Pl. 2 Fig. 7 *A* und 7 *B*). Die Zahl der Borsten nimmt je weiter nach hinten, desto mehr zu und erreicht in den Segmenten der Schwimmknospe die Zahl 14.

Über das Schicksal der einfachen Borsten und namentlich über das der dazu gehörigen Aciculen, die in den gewöhnlichen Segmenten in der Drei- und Vierzahl auftreten und sich dann in der Schwimmknospe in der Regel nur in der Einzahl finden, muss ich bekennen nicht völlig ins Klare gekommen zu sein.

Mit der Bildung der Schwimmknospe erfährt die Musculatur der *Haplosyllis* eine weitgehende Umgestaltung. Die Worte: »Il n'y a pas une fibre musculaire de l'animal qui ne subisse une métamorphose importante dans le passage de la phase de Néréide à celle de Hétéronéréide«, die CLAPARÈDE (8, p. 46) von seinem Untersuchungsobjecte sagt, lassen sich mit einiger Beschränkung auch auf die Schwimmknospe der *Haplosyllis* anwenden. Während die Parapodien bei dem vorderen Thiere nur die Bedeutung haben, bei der Fortbewegung zwischen festen Gegenständen eine Function auszuüben, und die Musculatur derselben und diejenige der Borsten dem entsprechend ausgebildet ist, müssen diese Kriechparapodien zu Schwimmparapodien bei der Knospe umgewandelt werden, um ihren Zweck zu erfüllen.

Die einfachen Borsten erhalten in den vorderen Segmenten ihre Beweglichkeit indirect, wie auch sonst meist bei den Borstenwürmern durch die Aciculen. Wir können nun ein System von Muskeln unter-

Digitized by Google

scheiden, das den Aciculen eine horizontale und ein solches, das ihnen eine verticale Bewegung ermöglicht. Die ersteren führen von der Basis der Acicula nach vorn und hinten zu den Grenzen des Segmentes, um sich bei den Dissepimenten und weiter im Parapodium zu inseriren. Diese Muskelgruppen finden sich im Ganzen in derselben Weise bei den Schwimmparapodien wieder.

Die Bewegung der Borsten in der Verticalrichtung erfolgt durch ein Muskelbündel, das sich dorsal gerade unter der Pigmentanhäufung an der Basis der Rückencirren inserirt (Fig. 15 *MAcd*). Ihm entgegen wirken eine Reihe von Muskeln, die vom innern Ende der Acicula theils zwischen die Längsmuskeln (Fig. 15 $MAcv_1$), theils außerhalb derselben zur Körperwand dringen (Fig. 15 $MAcv_2$). Die Längsmusculatur der Bauchseite, die durch das Nervensystem in zwei Hauptzüge getheilt ist, erfährt jederseits durch diese zwischen sie eindringenden Borstenmuskeln eine weitere Zweitheilung (Fig. 15 *M v*), die sich nur an den Segmentgrenzen auf kurze Zeit wieder verliert.

Mit dem Anwachsen der Parapodien rücken nun aber auch die einfachen Borsten, die zugleich eine Vermehrung der Zahl erfahren, weiter nach außen. Durch histolytische Vorgänge wird die Muskelreihe, die sich zwischen die ventralen Längsmuskeln drängt, entfernt und demnächst auch der dorsal zum Pigmentfleck führende Strang unterbrochen. Die Borsten rücken damit ganz in den Bereich der Parapodien, ihre Wirksamkeit tritt von jetzt an zurück gegen die der Pubertätsborsten, und so findet denn auch kein Ersatz für den Verlust der erst besprochenen Muskelgruppe statt, ja nicht einmal eine Verstärkung der von der Acicula zur Grenze der Längsmuskeln führenden Muskelbündel tritt ein.

Bei der Weiterbildung der Schwimmknospe verliert die ventrale Längsmusculatur mit dem Schwinden der zwischen sie eindringenden Borstenmuskeln ihre seitliche Zweitheilung (Fig. 16 *Mv*) und wird dann im Ganzen, wie auch die dorsalen Längszüge, erheblich schwächer.

Die Borstentasche der Pubertätsborsten wächst inzwischen in den Leibeshohlraum und es bildet sich von der oberen Seite derselben zur Grenze der Dorsallängsmusculatur führend ein Muskel, der unterhalb des linsenförmigen Organs in besenförmiger Verzweigung endet; er ist der Ersatz für den durch Histolyse entfernten früher hier endigenden Muskel der Acicula (Fig. 16 *MP*).

Neben diesen Veränderungen der früheren Musculatur finden erhebliche Verstärkungen und Neubildungen von Muskeln in den Parapodien statt, durch die ein energisch wirkender Apparat zur Ermög-

Digitized by Google

lichung der Ruderbewegungen hergestellt wird. Die hauptsächlichsten Veränderungen gehen dorsal und ventral im Parapodium vor sich, dort durch die Ausbildung eines Muskels, der unter der dorsalen Längsmusculatur (von oben betrachtet) beiderseits beginnend zur oberen Umgebung der Pubertätsborstentasche führt. Ihn ergänzt ventral eine Reihe von Horizontalmuskeln, die theils ganz dem Bereich des Parapodiums angehören, theils sich bis zum Neurilemm des Bauchmarks fortsetzen.

Endlich finden auch noch vorn und hinten im Parapodium Muskelbildungen statt, die zum Rande der Pubertätsborstentasche führen.

Durch die Gesammtheit der genannten Veränderungen sind die trägen *Syllis*-Segmente in einen Complex verwandelt, der die rascheste Fortbewegung vom Orte auszuführen im Stande ist.

Unwillkürlich wird bei Betrachtung dieser Vorgänge die Frage angeregt, wie sich die Umgestaltung der Parapodien zu analogen Erscheinungen in Beziehung bringen lässt und welche Resultate sich aus einer solchen Vergleichung ergeben.

Ähnliche Vorgänge wie bei den Sylliden spielen sich unter den polychaeten Anneliden so weit bekannt nur noch unter den Nereiden ab. Die Bildung der geschlechtlichen *Heteronereis*-Form ist ein Vorgang, der sich der Schwimmknospenbildung in so fern an die Seite stellen lässt, als auch dort in Verbindung mit der Fortpflanzung ein äußerst wirksamer locomotorischer Apparat hergestellt wird.

Als Vergleichungsobject diente mir *Nereis fucata* Sav., eine Form, die vor anderen geeignet erscheint, um in erster Linie bei einer Nachprüfung und Weiterführung der durch Claparède in Angriff genommenen und in vielen Punkten noch so räthselhaften Frage nach der *Heteronereis*-Bildung als Untersuchungsobject in Betracht gezogen zu werden. Ich möchte in diesem Sinne hier einige Angaben machen, um die Aufmerksamkeit auf diese eben so leicht zu beschaffende als interessante Form zu lenken. Die *Nereis fucata* Sav. findet sich im Golfe von Neapel hinter *Eupagurus Prideauxii* und *E. meticulosus*, der besonders in den Gehäusen von *Natica* lebt. Die Exemplare des Krebses, hinter denen sich der Wurm fand, stammten alle aus einer Tiefe bis 15 m, während der *Eupagurus* sich in einer Tiefe von 10 bis 60 m findet. Ob sich die Nereis noch in einer Tiefe über 15 m findet, muss ich unentschieden lassen, mir gelangten keine Exemplare hinter Krebsen aus größerer Tiefe in die Hände. Auf den Schneckenhäusern findet sich mit großer Regelmäßigkeit eine Actinie: *Adamsia palliata*.

Die mit *Eupagurus Prideauxii* in demselben Schneckengehäuse zusammenlebende *Nereis fucata* (= *N. bilineata* Johnst.) wurde von

Digitized by Google

Grube bei St. Vaast beobachtet und als solche bestimmt (18, p. 23). Erwähnt wurde sie ferner noch einige Male, so von Leuckart, der die *Heteronereis*-Form sah und seine Beobachtungen an das Referat der Gosse'schen Arbeit (14) knüpfte (Jahresbericht 1861—62 p. 80, ferner Bericht 1866—67 unter *Lepidonotus*).

Es ist zunächst klar, dass die Natur durch die Schwimmknospenbildung der *Haplosyllis* dieselbe Wirkung erreicht hat, wie durch die Umbildung der *Nereis* in die *Heteronereis*-Form. Außer einer Verbreiterung der Parapodien treten besondere Borsten auf, deren Gestalt sie zu nachdrücklichen Ruderorganen macht.

Das fertige Parapodium der Schwimmknospe ist bei der *Haplosyllis* mit zwei Aciculen ausgerüstet, die am basalen Ende nahe bei einander liegen und durch die Musculatur gemeinsam bewegt werden. Die untere Acicula gehört zu den einfachen *Syllis*-Borsten, sie ist das homologe Gebilde der Acicula der einfachen Kriechparapodien, nur durch die Umbildung des Körpers weiter hinausgerückt in der Richtung vom proximalen zum distalen Ende; die obere Acicula tritt erst in Verbindung mit den Schwimmborsten als zu denselben gehörig auf.

Bei den *Nereis*-Segmenten finden wir gleichfalls zwei Aciculen, die ich ihrer Lage und Musculatur nach unbedenklich mit denen der *Haplosyllis* homologisiren möchte, und von denen je eine dem dorsalen und ventralen Parapodium angehört.

Wenn diese Annahme gerechtfertigt ist, so tritt uns bei den Segmenten der Schwimmknospe eine Zweitheilung der Parapodien entgegen, wie bei den Nereiden. Wir sehen dann also einen Organismus nach weitgehenden Veränderungen ein Stadium erreichen, in das ein anderer weit früher in der ontogenetischen Entwicklung gelangt ist.

Nach den jetzt allgemein geltenden Entwicklungsgesetzen sind wir danach berechtigt, die Ausbildung nur einfacher Parapodien bei der *Haplosyllis* für ursprünglicher anzusehen, nicht nur als die Segmente der Schwimmknospe, sondern auch als die der *Nereis*.

Diese Annahme schützt nun davor, die einfachen Parapodien der *Haplosyllis* als degenerirte Organe anzusehen, da es mit unseren Anschauungen unvereinbar ist, die Herausbildung eines höher entwickelten Organs aus einem vorher durch Reduction geschwächten anzunehmen.

Damit ist die von mir früher ausgesprochene Vermuthung (35, p. 324) hinfällig geworden, dass wir in den einfachen Parapodien möglicherweise Reste früher höher organisirter Organe hätten. Ich gelangte damals zu dieser Ansicht durch die einseitige Betrachtung einer

Digitized by Google

Tendenz der einfachen Parapodien zur Degenerirung, und in der That ist dieselbe bei der *Haplosyllis* recht auffällig. Das beweist die geringe Ausbildung der Borsten und Parapodien in den vorderen Segmenten des Wurmes und noch mehr das Verhalten der Species *violaceo-flava* Gr. von Bohol, bei der die Reduction bis zum völligen Verschwinden der Borsten in den vorderen Segmenten geführt hat.

Wenn ich die Parapodien der Schwimmknospe mit denen der *Nereis* verglichen habe, so musste ich dabei als Voraussetzung den Borsten weniger Gewicht zusprechen als den Aciculen. Ich glaube dazu berechtigt zu sein, da das Auftreten der letzteren ein ontogenetisch früheres ist, und man sich dem entsprechend vorstellen muss, dass die Borsten selbst Gebilde jüngeren Datums sind.

Die Ausstattung der ventralen und dorsalen Parapodien mit Borsten ist aber sicher nicht nur später vor sich gegangen, sondern auch demnächst dem Bedürfnisse der speciellen Lebensweise entsprechend angepasst worden.

Wenn sich das auch in vielen Fällen nachweisen lässt, so müssen wir doch gestehen, dass wir in manchen Punkten noch völlig unklar darüber sind, welche Faktoren in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht maßgebend für die Gestaltung der Borsten waren. Sehen wir doch im ventralen Parapodium der *Nereis* neben einander zwei typisch verschiedene Formen von Borsten ihren Ursprung nehmen, während die Bedeutung dieser Verschiedenheit uns vorläufig noch nicht bekannt ist.

Immerhin können wir hoffen, durch spätere Untersuchungen einmal eine befriedigende Erklärung hierfür zu erhalten; gelang es doch für den kleinen Kreis der Syllideen LANGERHANS durch die ausschließliche Betrachtung der Borsten zu Resultaten zu kommen, die durch unsere Betrachtung direct bestätigt werden und noch weit schöner durch den später zu besprechenden Überblick über die wahrscheinliche Entwicklung der Fortpflanzung belegt werden können.

Vorläufig dürfen wir demnach nicht ohne Weiteres die Pubertätsborsten der *Haplosyllis* mit den Schwimmborsten der *Heteronereis* homologisiren, wir können sie als homolog nur bezüglich ihres Ursprunges aus dem dorsalen Parapodium ansehen.

Ziehen wir die Resultate der Vergleichung, so können wir aus den Beziehungen zwischen einfachen *Syllis*-Segmenten und denen der Schwimmknospe einerseits und zwischen den letzteren und denen der Segmente der *Nereis* andererseits schließen, dass bei den Parapodien der ventrale Ast der ursprünglichere ist; ihn besitzen die unreifen Syllideen allein.

Digitized by Google

Als weitere Ausbildung der Parapodien kommt der dorsale Ast hinzu, der in seinem Auftreten zuerst durch die Acicula charakterisirt wird.

Wenn GEGENBAUR bei Betrachtung der Parapodien von den Polychaeten sagt (**13**, p. 143): »zuweilen sind dorsale und ventrale Parapodien jeder Seite einander sehr genähert, von welchem Zustande an alle Übergänge bis zur völligen Verschmelzung zu einem einzigen Paare sich kund geben (Syllideen)«, so ist damit die Behauptung aufgestellt, als sei das einfache Parapodium durch eine Degenerirung aus einer höheren Entwicklungsstufe entstanden. Dem muss ich nach meinen vorhergehenden Ausführungen widersprechen, in denen ich zu zeigen versuchte, dass die Zweitheilung der Parapodien — wenigstens bei den Syllideen — ein secundärer Zustand gegenüber der Einheit derselben ist.

Diese einzelne Beobachtung sind wir aber bei den wenigen bisherigen Untersuchungen nicht in der Lage auf die Anhangsgebilde der Chaetopoden verallgemeinern zu können, ja wir finden gerade die entgegengesetzte Ansicht vertreten, und mit Recht sagt daher BALFOUR (**1**, p. 319): »Die Art der Entwicklung dieser Anhänge ist nicht constant, so dass es schwierig erscheint, daraus Schlüsse in Betreff der Urform zu ziehen, von welcher die vorhandenen Typen der Anhänge abzuleiten wären. In sehr vielen Fällen zeigen die ersten Anlagen der Fußstummel keinerlei Andeutung einer Trennung in Noto- und Neuropodium, während anderwärts (z. B. bei *Terebella* und *Nerine*) zuerst das Notopodium und erst später ganz unabhängig davon das Neuropodium auftritt.«

Von den übrigen Organen der Schwimmknospe erscheint der Verdauungscanal durchaus reducirt, er ist sehr dünnwandig und scheint überhaupt nur zu functioniren, so lange die Knospe in Verbindung mit dem Mutterthiere sich befindet. Bei weiterer Entwicklung und nach Loslösung der Knospe verfällt der Tractus immer mehr der Atrophie.

Das Blutgefäßsystem zeigt in der Schwimmknospe dieselbe Anordnung wie bei dem übrigen Körper und wird durch die Veränderungen beim Wachsen der Knospe nicht beeinflusst, es wirkt energisch weiter, auch dann noch, wenn der Darm schon bedeutend zusammengeschrumpft ist.

EISIG (**11**, p. 277) betont das Vorhandensein eines dorsal und ventral vom Darmcanal verlaufenden Stammes. Ich beobachtete deutliche Pulsationen beim Rückengefäß und zwar in der üblichen Richtung von hinten nach vorn.

Vom Rückengefäß geht jederseits an jedem Dissepimente etwa in

Digitized by Google

der Mitte zwischen Körperwand und Darm ein Gefäß ab (Fig. 8 *V*). Dasselbe verläuft an der Vorderseite der Dissepimente, also an der Hinterseite jedes Segmentes, um wieder in das Bauchgefäß zu münden. Letzteres ist gewaltig groß, fast lacunenartig in den einzelnen Segmenten und legt sich der unteren Seite des Darmes breit an, es ist durch die Dissepimente gekammert, deren Musculatur es stark einschnürt. Bei Körperverletzungen muss diese Vorrichtung von der größten Bedeutung sein, da durch die Contraction der Dissepimentmuskeln, deren Fasern gerade zwischen Darm und Nervensystem überaus kräftig entwickelt sind und zum Theil in sich kreuzender Richtung verlaufen, ein sofortiger Verschluss des Gefäßes herbeigeführt werden kann. Weitere Gefäßverzweigungen habe ich bei der *Haplosyllis* nicht auffinden können. Es lässt sich denken, dass bei diesem sehr wahrscheinlichen Mangel an Capillaren die Übertragung der Verdauungsresultate an diese ventralen Blutgefäße stattfindet. Das Blut strömt natürlich hier etwas stagnirend, während es sicher durch die Einschnürungen in Dissepimenten rasch hindurch eilt.

Ein wesentlich verschiedenes Aussehen zeigen die Segmentalorgane bei dem typischen Thiere und der Schwimmknospe. Waren die Veränderungen dieser Organe bei ersterem wie erwähnt verhältnismäßig gering, so nehmen die Segmentalorgane der Schwimmknospe durch Vergrößerung einen wesentlichen Theil des Leibeshohlraumes in Anspruch. Die Wandungen sind nicht pigmentirt, dagegen erheblich aufgetrieben und zeigen ein durchaus drüsiges Aussehen. Ein stark bewimperter Trichter führt aus dem vorhergehenden Segment in den Gang. Derselbe schwillt etwa in der Mitte recht beträchtlich an und kann dann auch ein verhältnismäßig bedeutendes Lumen haben, er mündet in der Mitte der Segmente zwischen dem Ventralcirrus und der Längsmusculatur des Bauches. Die Organe waren in den meisten Fällen leer, nur eine Schwimmknospe zeigte dieselben mit reifem Sperma stark gefüllt.

Nachdem die beschriebenen Wandlungen sich vollzogen haben, bereitet sich die Ablösung der Schwimmknospe vom Mutterthiere vor. Dieselbe leitet sich durch ein Zurückbleiben im Wuchse bei den vordersten Segmenten ein (Fig. 6 und 7). Die Continuität des Darmtractus und des Blutgefäßsystems wird nun unterbrochen, wobei das letztere selbständig weiter pulsirt und es erfolgt dann die Lostrennung, veranlasst durch die lebhaften Schwimmbewegungen der Knospe, die so kräftig sind, dass der Hinterleib des Mutterthieres zeitweise mit hochgehoben wird.

Die Schwimmknospe erfüllt nach der Loslösung ihre weitere Auf-

Digitized by Google

gabe, sie durcheilt pfeilschnell nach Art der Nereiden in der *Heteronereis*-Form schwimmend das Wasser und findet sich so gelegentlich unter der Fauna des Auftriebes. Dadurch, dass sie befähigt ist, weite Strecken zu durcheilen, sichert sie mit ihrer wahrhaft eupelagischen Organisation (im Sinne MOSELEY's **33**, p. 559) der trägen und mit geringen locomotorischen Fähigkeiten ausgestatteten *Haplosyllis* die ausgedehnteste geographische Verbreitung, und es ist uns in der That eine solche bekannt. Außer im Golfe von Neapel wurde die *Haplosyllis* im Mittelmeer noch bei Marseille von MARION und BOBRETZKY und bei Triest von GRUBE gefunden. Ein gleiches Vorkommen konnte ich in den Dardanellen konstatiren, die dort gefundenen Exemplare stimmen in allen Einzelheiten mit der großen Form von Neapel überein. Das Material, so wie die genaueren Angaben über den Fundort verdanke ich Herrn Lieutenant COLOMBO. Die Angabe lautet: »Trovati verso la metà di Settembre 1884 al principio del canale dei Dardanelli fra Charnak e Xefer in profondità variabile da 30 a 50 m. in fondo madreporico.«

Das Vorkommen in Madeira erwähnte ich schon kurz, so wie dass die dort gefundene Form als eine Strandvarietät nur in geringfügigen Momenten von der Neapeler Form abweicht.

Dass die Verbreitung der *Haplosyllis* aber eine viel weitere ist, beweist die von GRUBE beschriebene Form *violaceo-flava* von den Philippinen (Bohol). Dort tritt uns die erwähnte, sehr interessante weitere Reduction der Parapodien und Borsten entgegen. Was bei der Neapeler Form angedeutet ist durch die geringere Borstenzahl in den vorderen Segmenten, hat sich da zu einem fast völligen Verschwinden der Borsten in dem Vordertheile des Thieres ausgebildet. Dieser letztere Umstand ist in der That der einzige Grund, der uns hindert, die *H. violaceo-flava* direct mit der *spongicola* zu identificiren; vielleicht wird die Einziehung der *violaceo-flava* bei einer erneuten Untersuchung an reichlicherem Materiale dennoch nöthig sein, denn auch der Mangel der Borsten scheint kein ausschließlicher zu sein, wie GRUBE selbst durch die Worte »paene omnes« ausdrückt.

Die weite Verbreitung des Genus *Haplosyllis* ist ein neuer Beleg dafür, wie Recht CLAPARÈDE hatte (**8**, p. 41) die von QUATREFAGES ausgesprochene Ansicht zu bekämpfen: »que les Annélides n'occupent que des aires géographiques très-restreintes et que les espèces de la Méditerranée sont dans la règle distinctes de celles de l'Océan«.

Digitized by Google

Bei einem Vergleiche der eben beschriebenen Vorgänge bei der Fortpflanzung der *Haplosyllis* mit den ähnlichen Erscheinungen bei den Syllideen finden wir, dass eine Fortpflanzung, welche der der *Haplosyllis* genau entspräche, noch nicht bekannt ist, dass sie sich dagegen sehr leicht dem früher darüber Bekannten anreihen lässt. Ich möchte damit zum Schlusse einen Erklärungsversuch wagen, der die beobachteten Erscheinungen bei der Fortpflanzung nur als ein Glied in der natürlichen Kette der ähnlichen Vorgänge darstellen soll.

Bei Besprechung der Umgestaltungen, welche die Parapodien der Schwimmknospe erfahren, versuchte ich wahrscheinlich zu machen, dass wir in den vorderen Segmenten der *Haplosyllis*, wie aller nicht geschlechtsreifen Syllideen, ein Stadium vor uns haben, das keine Reduction, sondern das ursprüngliche Verhalten repräsentirt, von dem aus sich die höhere Organisation ableiten lässt. Wenden wir diese Annahme auf die Verhältnisse bei der Fortpflanzung an, so muss das ursprünglichste Verhalten das sein, in dem einfache *Syllis*-Segmente geschlechtsreif werden. Ganz rein ist uns dieser Vorgang nicht mehr erhalten. Vielleicht konnte der Syllideenorganismus die dadurch bedingte Inzucht nicht ertragen, und die Vertreter dieser Fortpflanzungsart mussten das Feld räumen. Wir sehen allerdings einfache Syllideensegmente geschlechtsreif werden, und zwar in dem größten Theile der *Haplosyllis*, daneben aber, fast möchte man sagen in nebensächlicher Bedeutung, tritt eine Reihe von Segmenten auf, die als »Schwimmknospe« eine gewisse Selbständigkeit erlangen. Keine Kopfbildung stört die Gleichwerthigkeit der losgelösten Segmente, die in ihrer Gesammtheit einen Complex darstellen, dem gegenüber man wegen der Benennung in Zweifel sein kann; ich wählte den immerhin nicht ganz correcten Namen »Schwimmknospe« dafür. Die Segmente sind in ihrer höheren Ausbildung wohl kaum mehr als einfache »locomotive ovaria« (**5**, p. 545); wir sind damit an einem Punkte angelangt, von dem LEUCKART schon 1854 so treffend sagt: »Wissen wir heutigen Tages doch kaum einmal mehr, wo wir die Grenzmarken zwischen einem Individuum und einem Organe zu ziehen haben« (**26**, p. 294).

Haplosyllis führt uns also die ursprünglichste Art der Fortpflanzung unter den Syllideen vor. Es ist das eine Bestätigung der Ansicht von LANGERHANS, die derselbe durch ein genaueres Studium der Syllideenborsten erlangt hat. LANGERHANS sagt: »Wenn wir somit für alle Syllideen zur Annahme einer Stammform mit einfachen Borsten gelangt sind, so ist die Auffassung ohne Weiteres klar, die wir für die einzige *Syllis*-Art haben müssen, in der sich zu allen Zeiten nur einfache Borsten

Digitized by Google

vorfinden. Ich sehe also *Haplosyllis hamata* als einen nur wenig veränderten Abkömmling dieser hypothetischen Stammform an. Das Subgenus *Haplosyllis* repräsentirt uns somit die älteste und einfachste Form der Syllideen« (24, p. 590).

Von dieser einfachsten Fortpflanzung gelangen wir zu einem zweiten Stadium derselben: Die Geschlechtsproducte reifen nur im hinteren Theile des Wurmes, und dieser Theil wird nach einer Kopfbildung und Annahme der epitoken Form zum Geschlechtsindividuum. Dies ist die Überleitung zu dem dritten Stadium, dem Auftreten eines typischen Generationswechsels mit der Knospung einer Kette von Geschlechtsindividuen an der ungeschlechtlichen Amme bei den Autolyteen.

Gleichwerthig mit dem zweiten Stadium ist die (vierte) Fortpflanzungsart, bei der die Syllidee nur eine epitoke Form im Ganzen annimmt, so wie endlich der Fall von Viviparität, mit dem uns Krohn bekannt gemacht hat (23).

Alle genannten Fortpflanzungsarten stehen sich nicht schroff einander gegenüber und so finden wir manche Vermittelungen und Anknüpfungspunkte zwischen ihnen.

So hinsichtlich der Kopfbildung: Die Geschlechtsindividuen, die bei der einfachen Theilung entstehen, zeigen darin große Verschiedenheiten. Bei einer der niedersten uns bekannten Formen (6, p. 73 u. Fig. 17) erscheint der Kopf frontal tief gespalten und, für sich allein betrachtet, nur in Einzelheiten von dem vordersten Segmente der Schwimmknospe der *Haplosyllis* abzuweichen, namentlich die Augen scheinen zweifellos die Homologe der linsenförmigen Organe zu sein. Was uns hier berechtigt von einer Kopfbildung zu reden, ist nur der Umstand, dass das vorderste Segment allein eine Tendenz zur Kopfbildung zeigt, wie wir sie bei allen Segmenten der Schwimmknospe bei der *Haplosyllis* hinsichtlich der Augenanlage antreffen, und dass es ferner durch das Fehlen der Pubertätsborsten eine Ausnahmestellung in der Reihe der Segmente einnimmt. Von dieser einfachsten Form des Kopfes finden sich Übergänge bis zur hoch entwickelten Kopfbildung mit reichen Anhängen.

Wenn wir den ersten Fortpflanzungsmodus, den der *Haplosyllis*, zum Ausgangspunkte nehmen für die anderen Modifikationen, so kann uns eine Beobachtung nicht überraschen, die zuerst von Krohn und dann von Greeff (1866) gemacht wurde. Was bei *Haplosyllis* Regel ist, fiel dort als Ausnahme auf, nämlich das gelegentliche Vorhandensein von Geschlechtsproducten vor der neugebildeten Knospe. Wir können uns dies Verhalten als eine Rückkehr zu den durch die *Haplo-*

Digitized by Google

syllis repräsentirten ursprünglichen Verhältnissen, als einen Vererbungsrückschlag erklären, ein Vorgang, der bei den Autolyteen allerdings recht auffallend ist, uns aber als ein Beleg dafür dienen kann, dass die gesammten Fortpflanzungsarten der Syllideen noch in der Entwicklung begriffen sind und noch keine unwandelbar starren Formen angenommen haben.

Münchenhof, Februar 1886.

Litteraturverzeichnis.

1. Balfour, Handbuch der vergleichenden Embryologie, übersetzt von Vetter. Jena 1880. 1. Bd.
2. Bobretzky, Annélides de la Mer Noire. (Russisch.)
3. Bülow, Die Keimschichten des wachsenden Schwanzendes von *Lumbriculus variegatus* etc. Zeitschr. f. wiss. Zool. 39. Bd. 1883.
4. Carrière, Die Sehorgane der Thiere. München u. Leipzig 1885.
5. Carrington, On the Annelids of the Southport Sands. Report of the Fifty-third Meeting of the British Association for advancement of Science. London 1884.
6. Claparède, Glanures zootomiques parmi les Annélides de Port-Vendres. Genève 1864.
7. —— Annélides du Golfe de Naples. Genève et Bâle 1868.
8. —— Les Annélides chétopodes du Golfe de Naples. Supplément. Genève et Bâle 1870.
9. Ehlers, Die Borstenwürmer. 1. Abth. Leipzig 1864.
10. —— Die Borstenwürmer. 2. Abth. Leipzig 1868.
11. Eisig, Über das Vorkommen eines schwimmblasenähnlichen Organs bei Anneliden. Mitth. aus der Zool. Station zu Neapel. 2. Bd. 1881.
12. Filippi, *Armandia*, nuovo genere di Anellidi nel Mediterraneo. Arch. p. la Zoolog., l'Anat. e la Fisiolog. Vol. 1 fasc. 2. Genova.
13. Gegenbaur, Grundriss der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1878.
14. Gosse, Marine Zoology 1859.
15. Goette, Abhandlungen zur Entwicklungsgeschichte der Thiere. Leipzig 1882.
16. Grube, Archiv für Naturgeschichte 1855.
17. —— Beschreibung neuer oder wenig gekannter Anneliden. Arch. f. Naturgeschichte 1863.
18. —— Mittheilungen über St. Vaast-la-Hougue.
19. —— Familie der Opheliaceen. Jahresbericht der schles. Ges. für vat. Cultur 1868. Breslau 1869.
20. —— Annulata Semperiana. Mém. de l'Acad. imp. des Sc. de St. Pétersbourg. 7. Sér. Tome 25. No. 8. 1878.
21. Hatschek, Studien über die Entwicklungsgeschichte der Anneliden. Arbeiten a. d. Zool. Institut der Universität Wien. 1. Band 1878.

Digitized by Google

22. Johnston, On the British Nereids. Ann. of nat. hist. Vol. 4. 1840.
23. Krohn, Über eine lebendig gebärende *Syllis*-Art. Arch. f. Naturgesch. 1869.
24. Langerhans, Die Wurmfauna von Madeira. I. Zeitschr. f. wiss. Zool. 32. Bd. 1879.
25. —— Über einige canarische Anneliden. Nova Acta. 42. Bd. No. 3. Halle 1881.
26. Leuckart, Jahresbericht 1848—1853. Arch. f. Naturg. 20. Bd. 1854.
27. Leydig, Über *Phreoryctes Menkeanus*. Arch. f. mikr. Anat. 1. Bd. 1865.
28. v. Marenzeller, Zur Kenntnis der adriatischen Anneliden. 1. Beitr. Wiener Akad. Ber. 1874.
29. —— Zur Kenntnis der adriatischen Anneliden. 2. Beitr. Wiener Akad. Ber. 1875. Juli.
30. Marion et Bobretzky, Annélides du Golfe de Marseille. Ann. des Sc. nat. Zool. Tome 2. 1875.
31. Mayer, Einfache Methode zum Aufkleben mikroskop. Schnitte. Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. 4. Bd. 1883.
32. Meyer, Zur Anatomie und Histologie von *Polyophthalmus pictus* Cl. Arch. f. mikroskop. Anat. 21. Bd.
33. Moseley, Pelagic life. Nature. Vol. 26. 1882.
34. Spengel, Beiträge zur Kenntnis der Gephyreen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 34. Bd. 1880.
35. Albert, Tageblatt der 57. Versammlung deutscher Naturf. und Ärzte in Magdeburg 1884.
36. Vejdovský, Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden.
37. —— Untersuchungen über die Anatomie, Physiologie und Entwicklung von *Sternaspis*. Denkschr. der Akad. zu Wien 43. Bd. 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 1.

Fig. 1 bis 16 bezieht sich auf *Haplosyllis spongicola* Gr.

Fig. 1. Exemplar am Ende der Jugendentwicklung. Nat. Gr.
Fig. 2. Geschlechtsreifes ♂ mit Schwimmknospe. Nat. Gr.
Fig. 3. desgl. ♀.
Fig. 4. Kopf und vordere Leibessegmente von oben gesehen. 15 : 1.
Fig. 5. Die letzten Leibessegmente in Schwimmknospenbildung. 15 : 1.
Fig. 6. Vordertheil einer losgelösten Schwimmknospe, Dorsalansicht.
Fig. 7. dasselbe, Ventralansicht.
Fig. 8. Horizontalschnitt. 97 : 1.
G. Geschlechtsproducte in Bildung begriffen (Sperma); *D.* Dissepimente; *V.* an denselben verlaufendes Gefäß; *Bm.* Borstenmusculatur.
Fig. 9. Querschnitt durch die Mitte eines Segmentes, das in Umwandlung zur Schwimmknospe steht. 250 : 1.

Digitized by Google

P.T. Pubertätsborstentasche in ihrer ersten Anlage; *H.* Hypodermis; *M.d.* Theil der dorsalen Längsmusculatur; *M.* in Neubildung begriffene Musculatur; *Sp.* reifes, frei in der Leibeshöhle befindliches Sperma; *Sp'.* in Bildung begriffenes Sperma; *C.v.* Ventralcirrus; *B.* einfache Borsten.

Fig. 10. Querschnitt durch eine einfache Borste. 1100 : 1.

Fig. 11. Querschnitt durch eine Schwimmborste. 900 : 1.

Fig. 12. Querschnitt durch eine Pigmentanhäufung an der Basis des Dorsalcirrus. 750 : 1.
M.d. Theil der dorsalen Längsmusculatur; *D.* Drüsenzellen, eine mit Ausführungsgang; *P.* Pigment; *C.d.* Dorsalcirrus; *M.Ac.d.* zur Acicula führender Muskel.

Fig. 13. Querschnitt durch die gleiche Pigmentanhäufung bei der Schwimmknospe in noch nicht völlig vollendeter Ausbildung. 670 : 1.
C.d. Dorsalcirrus; *P.* Pigment.

Fig. 14. Reifes Spermatozoon aus den vorderen Leibessegmenten. 5300 : 1.

Fig. 15 und 16. Schema der Unterschiede zwischen dem typischen Thiere und der Schwimmknospe.
V.d. Rückengefäß; *V.v.* Bauchgefäß; *J.* Darmcanal; *N.* Nervensystem; *M.d.* dorsale Längsmusculatur; *M.v.* ventrale Längsmusculatur; *B.* Borsten; *Ac.v.* ventrale Acicula; *Ac.d.* dorsale Acicula; *M.Ac.d.* Borstenmuskel von der Acicula, dorsal zur Pigmentanhäufung führend; $M.Ac.v_1$ desgl. ventral zwischen, $M.Ac.v_2$ desgl. ventral außerhalb der Längsmusculatur endigend; *M.P.* von der Pigmentanhäufung zur Schwimmborstentasche führender Muskel; *P.B.* Schwimmborsten; *C.v.* Ventralcirrus.

Fig. 17. Copie nach **6**, Pl. V fig. 6.

Digitized by Google

Über die Bewegungen der Seesterne.

Eine vergleichend physiologisch-psychologische Untersuchung.

Von

W. Preyer,

o. Professor der Physiologie a. d. Universität Jena.

Erste Hälfte.

Mit 27 Holzschnitten.

Zweck der Untersuchung.

Nachdem die Beobachtung des physiologischen Verhaltens der Embryonen höherer Thiere und nicht wenige darauf gerichtete Versuche mich zu der Überzeugung geführt hatten, dass eine Anzahl von Bewegungen derselben angeboren, altererbt und vom größten psychogenetischen Interesse ist, entstand der Wunsch, ähnliche Beobachtungen und Versuche an Thieren anzustellen, die, durch eine relativ weniger verwickelte Organisation in physiologischer Hinsicht den Embryonen nahestehend, über die Genesis mancher Functionen besseren Aufschluss geben könnten, als die allzusehr bevorzugten gewöhnlichen Versuchsthiere.

Ein solches Object musste fast täglich frisch zu erhalten, der beabsichtigten operativen Eingriffe wegen nicht klein, und von einer gewissen Lebenszähigkeit sein. Auch durfte es nicht festsitzen und musste den verschiedensten Reizen unmittelbar zugänglich gemacht werden können, außerdem aber phylogenetisch sehr alt sein.

Allen diesen Bedingungen entsprechen in vorzüglicher Weise die Seesterne (*Asteriadae*), Schlangensterne (*Ophiuridae*) und Haarsterne (*Crinoidae*). Ich habe daher an diesen experimentirt,

Digitized by Google

und zwar von Ende December 1885 bis Mitte April 1886 in der Zoologischen Station zu Neapel, wo noch manche der in vergleichend physiologischer und psychogenetischer Hinsicht wichtigen Fragen über die Ursachen thierischer Bewegungen werden ihrer Lösung näher gebracht werden. Überhaupt ist die Zoologische Station in Neapel einer der wichtigsten Factoren für die Förderung der vergleichenden Physiologie, d. h. der Grundlage aller Physiologie, geworden, und es ist zu bedauern, dass gerade diese Forschungsbahn von Deutschen Forschern bisher wenig betreten wird, während die Morphologen in Neapel in wachsender Zahl eine Original-Untersuchung an die andere reihen.

Obgleich zu der erwähnten Zeit die physiologische Abtheilung der Station noch nicht eingerichtet war, ist der Begründer und Leiter derselben, Professor Anton Dohrn, nebst seinen Assistenten meinen Wünschen in dankenswerthester Weise nach jeder Richtung entgegengekommen. Lange Zeit der einzige Physiologe unter lauter Morphologen habe ich freilich mit den einfachsten Mitteln operirt, aber an dem günstigsten Platze, an dem schönsten und reichsten Material der Welt, welches mir stets im frischesten Zustande überreichlich zufloss und zum größten Theile der Physiologie gegenüber den Reiz der Neuheit besaß.

Das Untersuchungsmaterial.

Der Formenreichthum der im Golfe von Neapel vorkommenden Seesterne und Schlangensterne erschwert nicht wenig die richtige zoologische Benennung der einzelnen Arten. Es giebt außerdem kaum eine Thiergruppe, deren Nomenclatur verworrener wäre, als die der Asteriden und Ophiuriden. Glücklicherweise ist aber vor mehreren Jahren von H. Ludwig ein Verzeichnis der Seesterne des Mittelmeeres zusammengestellt worden, welches auch die Namen fast jeder der mir zur Verfügung gestellten Arten nebst Quellenangabe, Fundort und Fundtiefe enthält (»Die Echinodermen des Mittelmeeres«. Mittheilungen der Zoologischen Station zu Neapel 1879. 1. Bd. p. 523—580).

Ich habe die Nomenclatur dieses Verzeichnisses durchweg beibehalten und mich auf Ludwig's Synonymik verlassen, verdanke aber die Kenntnis der richtigen Benennungen der zuvorkommenden Freundlichkeit des Conservators der Zoologischen Station, Cav. Salvatore Lobianco, welchem die Identificirung der einzelnen Species mit erstaunlicher Sicherheit gelingt. Ich bin ihm für die Bereitwilligkeit, mit der er jederzeit meine zoologischen Zweifel beseitigte und die physio-

Digitized by Google

logisch bevorzugten Exemplare zu beschaffen wusste, zu besonderem Danke verpflichtet.

Die von mir verwendeten Arten sind die folgenden. (Die Fundtiefen wurden nach H. LUDWIG's Angaben beigefügt.)

1) *Asterias glacialis* [O. F. Müller], *A. spinosus, echinophora, angulosa* Anderer, welche früher gewöhnlich *Asteracanthion glacialis* [Joh. Müller u. Troschel], auch *Stellonia glacialis* [Nardo, Forbes] und *Uraster glacialis* [Forbes] genannt worden ist. Sie findet sich im Golf von Neapel sehr häufig (in 0 bis 66 Faden) und erreicht oft einen Durchmesser von mehr als 30 cm. Die Anzahl der Radien beträgt in der Regel 5. Nur einmal erhielt ich ein großes Exemplar mit 6 Radien, welches ich noch besitze. Man erkennt deutlich, dass der sechste Radius mit dem fünften einen Ursprung hat, diese beiden also den anderen nicht gleichwerthig sind.

2) *Asterias tenuispina* [Lamarck], auch *Asterias Savaresii* [Lamarck], *Asteracanthion tenuispinus* [Müll. u. Tr.], *Echinaster Doriae, E. tribulus* [Filippi], ebenfalls sehr häufig; hat meistens 7, oft 4, 5, 6 oder 8 Radien, bisweilen auch 9 oder nur 2. Ist die Anzahl groß, dann findet man 3 oder 4 kleiner, als die anderen; sie sind in der Regeneration begriffen. Bei geringer Anzahl der Radien lassen sich gewöhnlich noch die Bruchstellen der abgelösten erkennen. Bei Individuen mit 5 oder 6 Radien können diese gleich lang sein. Der Durchmesser beträgt gewöhnlich weniger als 12 cm, die Fundtiefe bei Neapel 0 bis 2 Faden.

3) *Astropecten aurantiacus* [Gray], *A. stellatus, crenaster, perarmatus* Anderer, *Asterias aranciaca* [Linné], *aurantiaca* [Tiedemann]. In 10 bis 100 Faden Tiefe häufig. Wird sehr groß, bis über 40 cm im Durchmesser. Fünfstrahlig.

4) *Astropecten bispinosus* [Müll. u. Tr.], auch *A. echinatus minor, myosurus, Asterias bispinosa, Stellaria bispinosa.* Diese Art ist

5) *Astropecten platyacanthus* [Müll. u. Tr.] sehr ähnlich, aber von

6) *Astropecten pentacanthus* [Müll. u. Tr.], d. i. *Asterias pentacantha* [Delle Chiaje] oder *aurantiaca* [Johnston] leicht zu unterscheiden, da letztere in der Regel oben rosagelblich oder röthlichgrau, *A. bispinosus* dagegen olivengrünbraun gefärbt ist. Diese hat zwei Reihen Stacheln am Rande jedes Armes, aber keine Plättchen, welche bei *A. pentacanthus* die Radien beiderseits oben in regelmäßiger Reihe seitlich begrenzen. Alle drei Arten sah ich mit nie mehr als fünf Radien, und mit vier nur, wenn einer abgelöst worden war. Tiefe: 2 bis 35 Faden.

7) *Asterina gibbosa* [Forbes], auch *A. minuta, Asterias verruculata, pulchella, membranacea*; *Asteriscus verruculatus* [M. u. Tr.], *ci-*

Digitized by Google

liatus, pulchellus, gibbosus, verruculosus. Gegen 6 cm im Durchmesser haltend und in viel kleineren Exemplaren häufig. Stets mit fünf Ambulacralfurchen. Tiefe: 0 bis 35 Faden.

8) *Asterina Panceri* [Gasco] in Exemplaren von nur 1 bis 2 cm Durchmesser; oben roth mit weißen Flecken; fünf Ambulacralfurchen; nicht häufig. Fehlt in H. LUDWIG's Verzeichnis, wo *Asteriscus Pancerii* [Gasco] = *Asterina gibbosa* [Forbes].

9) *Palmipes membranaceus* [L. Agassiz], auch *P. placenta* [Norman], *Asteriscus palmipes* [Müll. u. Tr.], *Anseropoda membranacea* [Nardo], *Asterias placenta, membranacea, cartilaginea.* Nicht selten. Durchmesser bis 12 cm. Fünf Ambulacralfurchen. Dorsalseite roth, Ventralseite weiß. Die erstere wird jedoch an getrockneten Exemplaren im Lichte ebenfalls weiß. Tiefe: 20 bis 100 Faden.

10) *Luidia ciliaris* [Gray], auch *fragilissima, Savignyi* und *Asterias Imperati s. ciliaris.* Von allen Asteriden die größte, bis zu einem halben Meter im Durchmesser. Häufig. Zu physiologischen Versuchen wegen der großen Beweglichkeit und Länge der Ambulacralfüßchen besonders geeignet. Farbe oben gelb, orange, braun, wechselnd; unten weiß oder gelblich. Anzahl der Radien meistens sieben. Fundtiefe: 2 bis 80 Faden.

11) *Chaetaster longipes* [Müll. u. Tr.], auch *Asterias longipes* [Retzius], *A. tubulata* [Lamarck], orangegelb, an der Luft im Lichte getrocknet violett, wird über 20 cm im Durchmesser groß. Nicht selten. Fünfstrahlig. In 100 Faden Tiefe.

12) *Echinaster sepositus* [Müll. u. Tr.], auch *Asterias seposita, sanguinolenta, rubeus* [Delle Chiaje], *Rhopia mediterranea, seposita, cribrella sepositа*, hochroth mit rothen Ambulacralfüßchen, dorsal runzelig. Häufig; 15 bis 20 cm im Durchmesser. Radienzahl: 5. Fundtiefe: 10 bis 35 Faden.

13) *Ophioderma longicauda* [Müll. u. Tr.], *O. lacertosa* [Forbes], *Asterias longicauda* [Retzius], *Ophiura lacertosa* [Lamarck], *Ophiura laevis* [Lyman]. Sehr häufig; 12 bis 20 cm im Durchmesser; fünfstrahlig. Fundtiefe: 2 bis 40 Faden.

14) *Ophioglypha lacertosa* [Lyman], *O. texturata* [Möbius], *ciliata*; *Ophiura lacertosa* [Rathke], *texturata* [Sars], *ciliata* [Sars], *aurora, bracheata, cordifera*; *Asterias ophiura, lacertosa, ciliata, cordifera*; *Ophiolepis ciliata.* Sehr häufig; etwas kleiner als die vorige Art; fünfstrahlig. Fundtiefe: 5 bis 50 Faden.

15) *Ophiomyxa pentagona* [Müll. u. Tr.], *O. lubrica, Ophiura pentagona, rufa* [Delle Chiaje]. Nicht selten, die Radien können über

Digitized by Google

14 cm lang werden; fünfstrahlig. Das Thier ist vom größten physiologisch-psychologischen Interesse.

16) *Ophiothrix fragilis* [Düben u. Koren], *O. Rammelsbergii*, *Asterias fragilis*. Fünfstrahlig, häufig, 5 bis 10 cm im Durchmesser. Fundtiefe: 0 bis 52 Faden.

17) *Ophiactis virens* [Lütken], auch *Amphiura virens* [Sars], *Ophiolepis Ballii* [Müll. u. Tr.]. Häufig; meistens sechsstrahlig mit gestreiften, ungleich langen und ungleich dicken Radien, da gewöhnlich ein Theil in der Regeneration begriffen ist. Nicht mehr als 2 cm im Durchmesser. Der rothe Farbstoff giebt, wie Föttinger (van Beneden's Archives de Biologie 1. Bd.) fand, mikrospectroskopisch zwei Absorptionsstreifen, welche denen des Sauerstoffhämoglobins gleichen. Ich habe dieses Spectrum am lebenden Objecte ebenfalls gesehen, konnte die beiden Streifen von denen des Wirbelthierblutes nicht unterscheiden und sah sogar den Rand der rothen Massen im Inneren der Poli'schen Blasen und einiger Ambulacralfüßchen grün, wie beim Hämoglobin. Aber es ist mir, trotz sehr oft wiederholter Versuche, nicht geglückt, aus den sogleich an der Luft oder nach dem Waschen mit destillirtem Wasser getrockneten Thierchen Häminkrystalle darzustellen, während ich aus dem rothen Safte der im Indischen und Mittelländischen Meere nicht seltenen Bivalve *Cardita sulcata* [Bruguière], welcher, wie ich fand, ebenfalls das Sauerstoffhämoglobinspectrum zeigt, mit demselben Eisessig reichlich große Häminkrystalle gewann. Es ist also gar nicht festgestellt, ob bei Echinodermen überhaupt Hämoglobin vorkommt. Die Identität des Spectrum — wenn sie durch Messung dargethan wäre — würde zum Nachweise nicht ausreichen, da auch die Lösungen des Turacin (vgl. Preyer, Die Blutkrystalle, Jena 1871, p. 263) und des Helicorubin (Krukenberg, Vergleichend-physiolog. Studien 2. Reihe 2. Abth. Heidelberg 1882, p. 66, 67) ähnliche Streifen geben. Die von Krukenberg ausgesprochene Vermuthung (ebenda 2. R. 1. Abth. p. 94), dass bei *Ophiactis virens* der rothe Farbstoff eben so wie bei *Cucumaria Planci* Helicorubin sein könne, ist jedenfalls berechtigt, eine respiratorische Bedeutung des in sehr unregelmäßiger Weise in Klumpen im Wassergefäßsystem vertheilten, an der Luft sich bräunenden *Ophiactis*-Pigmentes nicht wahrscheinlich.

18) *Amphiura Chiajei* [Forbes], *A. florifera*, *Ophiolepis florifera* [Müll. u. Tr.], *O. Sundevalli*, *Asterias filiformis* [Delle Chiaje]. Nicht selten; bis 10 cm im Durchmesser von der Spitze eines der dünnen langen Arme zu der des gegenüber liegenden; fünfstrahlig; Tiefe: 0 bis 120 Faden. Die rosa Farbe dieses zierlichen Thierchens veranlasste

Digitized by Google

mich auch hier die Darstellung von Häminkrystallen zu versuchen. Der Erfolg war stets negativ. Das Spectrum des Hämoglobins wurde nicht erhalten. Die Stacheln des lebenden Thieres sind doppeltlichtbrechend, da sie zwischen gekreuzten Nicols stark leuchten.

19) *Astropecten subinermis* [Müll. u. Tr.] oder *Asterias subinermis* [Philippi]. Selten. Etwa 15 cm im Durchmesser; oben rosa. Fünfstrahlig. Fundtiefe: 100 Faden.

20) *Ophidiaster attenuatus* [Gray], oben hochroth, Ambulacralfüßchen gelb; nicht häufig; fünfstrahlig; bis 24 cm im Durchmesser. Die dorsalen Grübchen liegen symmetrisch in Reihen.

21) *Ophidiaster ophidianus* [L. Ag.], oben ebenfalls roth, aber mit einem purpurnen Ton; Ambulacralfüßchen gelb; wird sehr groß, bis 35 cm im Durchmesser; hat 5 walzenförmige Radien. H. Ludwig unterscheidet nicht diese Art von der vorigen, obgleich letztere viel schlanker ist, eine andere Farbe, andere Ambulakren und einen kleineren Rumpf hat. Auch das physiologische Verhalten ist verschieden, denn *O. ophidianus* bewegt sich sehr träge und löst seine walzenförmigen Radien leicht ab, was für *O. attenuatus* nicht gilt. Dieser wirft seinen Magen dagegen leichter aus. Ich theile die Ansicht von Lobianco, dass es sich um zwei verschiedene Arten handelt. Fundtiefe: 5 bis 10 Faden.

Die übrigen im Golfe von Neapel gefischten Asteriden und Ophiuriden sind von seltenerem Vorkommen daselbst und deshalb zu meinen physiologischen Versuchen nicht geeignet, nämlich: *Ophidiaster Lessonae; Pentagonaster placenta; Asteropsis Capreensis; Astropecten squamatus; Ophioconis brevispina; Ophioglypha albida; Ophiacantha setosa; Ophiacantha scabra; Amphiura squamata; Ophiocnida brachiata; Ophiopsila aranea; Ophiopsila annulosa; Ophiothrix alopecurus; Ophiothrix Lusitanica; Ophiothrix echinata; Ophiothrix quinquemaculata; Astrophyton arborescens.*

Diese Arten habe ich lebend nicht beobachtet. Hingegen war es von Interesse eine im Mittelmeer sehr häufige Crinoide, den zehnstrahligen Haarstern *Antedon rosacea* [Norman], gewöhnlich *Comatula mediterranea* genannt, mit den obigen Asteriden und Ophiuren zu vergleichen.

Schließlich ist noch bezüglich des von früheren Beobachtern verwendeten Materials zu bemerken, dass Friedrich Tiedemann, welcher sehr gute physiologische Experimente an Seesternen ausführte, im Jahre 1811 am Adriatischen Meere *Astropecten aurantiacus*, den »pomeranzfarbenen Seestern (*Asterias aurantiaca* L.)« benutzte (»Beobachtungen über das Nervensystem und die sensiblen Erscheinungen der

Digitized by Google

Seesterne« Deutsches Archiv für die Physiologie, herausgeg. v. J. F. Meckel. 1815. I. p. 161—175), den ich übrigens am Golf von Neapel sehr wenig pomeranzenfarbig fand. Die Dorsalseite ist vielmehr roth und grün marmorirt, jedoch in der Farbe wechselnd. Außerdem verwendete Tiedemann noch eine *Astropecten*-Art, eine von ihm *Asterias rubens* genannte Species, welche wahrscheinlich *Echinaster sepositus* ist, und einen von ihm als »*Asterias equestris*« bezeichneten Seestern.

Vulpian, welcher zuerst im Jahre 1859 methodisch Durchschneidungsversuche an Asteriden vornahm (*Comptes rendus des séances de la société de biologie*, Oct. 1861 3. Reihe 3. Bd. p. 189—196. Paris 1862) scheint nur an einer Art, *Asteracanthion rubens* [Müll. u. Tr.], experimentirt zu haben, die er ebenfalls *Asterias rubens* L. nennt und als *astérie vulgaire ou rougeâtre des bords de la Manche* bezeichnet, ohne Zweifel der *Uraster rubens* der Engländer.

F. Krukenberg (»Beiträge zu einer Nervenphysiologie der Echinodermen« in des Verf. »Vergl.-physiol. Studien« 2. Reihe 1. Abth. p. 76—82. Heidelberg 1881) verwendete in Triest: 1) *Asterias glacialis* (= *Asteracanthion*), 2) *Astropecten aurantiacus*, 3) *A. pentacanthus*, 4) *A. bispinosus*, 5) *Ophioderma longicauda*, 6) *Antedon rosacea* = *Comatula mediterranea*. Seine Versuche konnten also leicht in Neapel wiederholt werden.

Die von Romanes und Ewart (*Observations on the locomotor system of Echinodermata. Philosoph. Transact. of the Roy. Soc. London Part III.* 1881. p. 832—833, 836—842, 848—849, 854—859, 871—873) an der Schottischen Küste physiologisch untersuchten Arten scheinen außer *Astropecten aurantiacus* im Golf von Neapel nicht vorzukommen, nämlich der Nordische *Asteracanthion rubens* [Müller u. Troschel], auch *Uraster rubens s. Asterias rubens* genannt, d. i. *the common star-fish* der Engländer und die *astérie vulgaire* Vulpian's, ferner *Solaster papposus* [Forbes] *s. Asterias papposa* [Retzius], d. i. *the sun-star* der Engländer. Diese habe ich bis jetzt lebend nicht näher beobachtet. Die *brittle-stars* und *sand-stars* hingegen sind Ophiuren, d. h. *Ophioglypha-*, *Ophiothrix-* und *Ophioderma*-Arten, im Habitus denen des Mittelmeeres ähnlich.

Eine von denselben Autoren früher (in den *Proceedings of the Royal Society*. London. Nr. 212. 1881) veröffentlichte kurze Mittheilung ist nur ein Auszug aus der letztgenannten, mehr den Echiniden als Asteriden gewidmeten Abhandlung. Eine später erschienene von Romanes (*Journal of the Linnean Society*. Zool. XVII. London 1884. p. 131—137) behandelt die Frage, ob Seesterne einen Geruchsinn haben. Die zu den betreffenden Beobachtungen verwendeten Arten sind nicht

Digitized by Google

angegeben. Vermuthlich handelt es sich um *Uraster rubens*, den *common star-fish*.

Es ist dringend zu wünschen, dass bei physiologischen Arbeiten an pelagischen Thieren so genau wie möglich angegeben werde, welche Arten zu den Versuchen dienten, weil es hier noch weniger, als bei höher differenzirten Thieren statthaft ist, von dem Verhalten einer Art auf das einer anderen oder gar einer ganzen Classe zu schließen und die Controle vieler Angaben durch Nachuntersuchungen ungemein erschwert wird, im Falle das Untersuchungsobject ungenau bezeichnet ist. Auch in der Notiz von STEINER über die Wirkung des Curare auf Seesterne (Archiv für Anatomie, Physiologie u. wissenschaftliche Medicin, Jahrgang 1875. p. 172—174) fehlt die Speciesangabe.

Ich hoffe in dieser Hinsicht nichts versäumt zu haben, habe mich bei jeder einzelnen Beobachtung von der Richtigkeit der zoologischen Benennung überzeugt und mich gehütet ohne genügende Prüfung verschiedener Arten das für eine Gültige zu verallgemeinern. Überall wo ich nur den Genusnamen anführe (z. B. *Asterias*, *Astropecten*, *Ophidiaster*) gilt die Beobachtung für alle darunter fallende Species des obigen Verzeichnisses, und wo nur eine Species mir vorlag (*Chaetaster*, *Echinaster*, *Luidia*, *Ophioderma*, *Ophioglypha*, *Ophiothrix*, *Ophiomyxa*, *Palmipes*) bezeichnet der Genusname im Texte nur diese.

Die Bewegungen der Ambulacralfüfschen.

Die Saugfühler, Ambulacralfüßchen, Saugfüßchen oder Pedicellen der Asteriden sind polydyname Gebilde eigenthümlicher Art. Ihre Beweglichkeit und Empfindlichkeit, ihre große Anzahl, ihre Saugfunction, ihre locomotorische und respiratorische Bedeutung verleihen ihnen ein hervorragendes physiologisches Interesse. Vor Allem ist es ihre mit einer Turgescenz verbundene geradlinige Extension oder Erection einerseits, ihre mit einer erheblichen Verkürzung und Krümmung verknüpfte Retraction oder Einziehung andererseits, welche auffällt. Dieses oft sehr lebhafte Wechselspiel der Pedicellen ist bis jetzt in ätiologischer Hinsicht nicht erklärt. Ich habe daher eine große Anzahl von Versuchen ausgeführt, um zu ermitteln, unter welchen Umständen die Retraction der hervorgestreckten Pedicellen und die darauffolgende Erection derselben eintritt.

Zu diesen Beobachtungen dienten nur die Seesterne im engeren Sinne, die Asteriden, da die Ambulacralfüßchen der Ophiuren bereits verkümmert sind. Bei ihnen wird durch die größere Beweglichkeit der

Digitized by Google

ganzen Radien dieser Ausfall in locomotorischer Hinsicht compensirt. Übrigens sind bei *Ophioderma*, *Ophioglypha* und *Ophiomyxa* die kurzen und nicht mit Saugplättchen versehenen Pedicellen ungemein beweglich, wie auch ROMANES für die Nordischen Ophiuren bemerkte, obwohl sie für die Locomotion nicht verwendbar erscheinen. Sie sind hier wahrscheinlich Sinnesorgane ohne locomotorische Function. Denn dass die Extension und Retraction noch so zu Stande kommt, wie bei *Astropecten*, kann für das Betasten der Nahrung und des Bodens nur günstig sein.

Der Mechanismus dieses Vorganges wurde schon i. J. 1811 von FRIEDRICH TIEDEMANN erkannt, welcher an großen Exemplaren des *Astropecten aurantiacus* darüber entscheidende Versuche anstellte. Er fand, dass Berührung des extendirten Saugfüßchens eine Entleerung seiner Höhlung durch Contraction der Muskelfasern seiner Wandung, und dadurch Collaps zur Folge hat und die Ampullen füllt, wogegen Reizung der Ampullen mittels scharfer Instrumente oder mit Weingeist eine Entleerung dieser (stets mit den von TIEDEMANN entdeckten Wassergefäßen zusammenhängenden) »Bläschen« in das Saugfüßchen hinein bewirkt. Dabei ist beachtenswerth, dass nach HAMANN (Ztschr. f. wiss. Zool. 39. Bd. 1883 »Beiträge zur Histologie der Echinodermen«, 1. Mitth. p. 178) am distalen Ende des Ambulacralfüßchens das Bindegewebe, dagegen am basalen das Muskelgewebe stärker entwickelt ist. Dadurch wird einer Verkürzung des freien Endes entgegengewirkt. »So wird selbst bei der Bewegung das distale Ende ungestört seine Function als Sinnesorgan vollziehen können, was, wenn es in gleicher Weise wie der basale Theil contrahirt würde, nicht der Fall sein könnte. So ist hier das Füßchen in äußerst zweckmäßiger Weise angepasst zwei Functionen, denen der Bewegung und der Sinnesperception.« Diese Einrichtung fand HAMANN bei *Astropecten*.

Für mich handelte es sich nun darum, zu finden, unter welchen Umständen jener Mechanismus beim ruhenden Thiere sein Spiel beginnt und beim thätigen einstellt.

Bei allen Asteriden sind, auch wenn sie nicht den Ort wechseln, fast immer einige von den Füßchen oder Tentakeln in Bewegung, welche man am besten bei *Luidia* mit ihren 2 bis 3 cm langen, bei maximaler Extension der größten Exemplare sogar über 3 cm langen Pedicellen beobachten kann. Man sieht jedoch dieselben wurmförmigen Schlängelungen, Umbiegungen, Windungen, Drehungen, dann wieder das Geradestrecken auch bei großen *Astropecten*- und *Asterias glacialis*-Exemplaren mit völliger Ruhe schnell abwechseln. Das Her-

Digitized by Google

vorstrecken der Füßchen scheint mit größerer Geschwindigkeit vor sich zu gehen, als die Retraction, so lange das Thier noch ganz frisch und normal ist. Jedoch ist der Beginn der Retraction ebenfalls von sehr schnellem Verlauf. Auf das plötzliche laterale Zusammenfallen folgt in der Regel eine nachträgliche langsame Einziehung. Denn wenn die Füßchen collabirt sind, sind sie noch nicht retrahirt. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um eine doppelte Musculatur, indem zuerst circuläre Muskelfasern durch ihre Contraction die Pedicelle — nach dem Wassergefäß hin — entleeren und dann longitudinale Fasern an der Basis die Retraction bewirken oder wenigstens vervollständigen. Wie TIEDEMANN, der schon die beiden Muskelfasergattungen unterschied, richtig bemerkte, fallen die collabirenden Füßchen seitlich um auf den Rand der Ambulacralfurche, während die Erection derselben mehr median geschieht in einem spitzen Winkel zur Radienachse. Man kann sich deshalb auch vorstellen, dass bei einer diastolischen Erweiterung der Ampulle, nach einer starken Contraction, das Wasser, ohne Contraction der Muskelfasern im Saugfüßchen, aus dessen Lumen in die Ampulle abfließt und dadurch der Collaps des Füßchens ohne Retraction eintritt, was ich namentlich bei *Luidia* oft sah. Auf diesen Collaps kann dann, nach einer Pause oder sofort, die Retraction durch Zusammenziehung der Längsmuskelfasern folgen oder eine neue Erection durch systolische Entleerung der Ampulle, letzteres sogar möglicherweise bei gleichzeitiger Zusammenziehung circulärer Muskelfasern im Saugfüßchen; denn dieses erfährt, wenigstens bei *Luidia*, manchmal unter bedeutender Streckung bei freier Bewegung im Wasser, also ohne Dehnung, eine enorme Abnahme seines Dickendurchmessers.

Um alle diese Bewegungen bequem beobachten zu können, ohne die Thiere anzufassen oder aus ihrer natürlichen Lage zu bringen, benutzte ich, wo es anging, solche, die einen Radius, auch wohl 2 oder 3 Radien dicht unter der Oberfläche des Wassers horizontal mit der Ventralseite nach oben ausgestreckt hatten, während sie sich mit dem Rumpf und den anderen Radien vertical an die Glaswand des Behälters anhefteten. Alle Füßchen kommen dabei dicht unter den Wasserspiegel zu liegen, ragen auch wohl z. Th. vorübergehend in die Luft hinein. So konnte ich namentlich bei *Ast. glacialis*, *A. tenuispina*, *Luidia*, *Chaetaster* und *Echinaster* ohne irgend welche Eingriffe das natürliche Spiel der Ambulacralfüßchen lange Zeit beobachten und Reizversuche anstellen.

Digitized by Google

Retraction nach mechanischer Reizung.

Die fundamentale Erscheinung ist die schon von TIEDEMANN erwähnte Retraction der Saugfüßchen nach leiser Berührung. Alle Asteriden zeigen diese Bewegung so regelmäßig im frischen Zustande, dass man, wo sie ausbleibt oder verzögert ist, mit Sicherheit auf einen abnormen Zustand, auf Absterben, Erschöpfung, Vergiftung, Verletzung schließen muss. Gleichviel ob die Füßchen ruhig oder in Bewegung begriffen, ob sie maximal oder unvollständig oder gar nicht erigirt sind, eine Berührung mit dem Finger, mit einem Draht, Glasstab, Holz- oder Elfenbeinstäbchen, bewirkt allemal im Normalzustande eine deutliche schnelle Retraction und bei *Asterias*, *Echinaster*, *Ophidiaster*, nach vollständiger Einziehung der Füßchen, Verengerung und Verschluss der Ambulacralfurche, zumal beim wiederholten sanften Hinfahren über die Saugplättchen der in Reihen geordneten bereits zum Theil retrahirten Pedicellen.

Ich fand nun, dass die Berührung der Dorsalseite eines Radius, das schnelle und sanfte Streichen über das Integument hin, besonders bei der zu diesen Beobachtungen vorzüglich geeigneten frischgefangenen *Luidia*, mit einem Drahte unter Wasser, ebenfalls die Zurückziehung der Füßchen gerade unterhalb der gereizten Stellen, wenigstens auf Augenblicke, zur Folge hat, nur nicht ganz so schnell wie die directe ventrale Berührung. Es existirt also eine sehr große Empfindlichkeit für mechanische Reize an allen Punkten der Ambulacralfurchen und des freien dorsalen Integumentes. Die Geschwindigkeit der Retraction ist bei den einzelnen Arten verschieden, bei *Asterias glacialis* nach dorsaler Berührung viel geringer als nach ventraler Berührung, bei *Luidia* beidesfalls größer, und bei *Echinaster* tritt nach schwacher mechanischer Reizung, wie bei *Ophidiaster attenuatus*, sehr leicht Verschluss der Ambulacralfurche ein, bei *Astropecten* erst nach stärkerer.

Bei sämmtlichen untersuchten Asteriden aber hat die Lage und Stellung keinen Einfluss auf die Retraction der Saugfüßchen. Alle zeigen in jeder Lage, also mit der Dorsal- oder Ventralseite unten auf dem Boden, oder an einem Faden schwebend mit dem Rücken nach unten oder nach oben gewendet, nach Berührung an irgend einem Punkte der Radien, dorsal oder ventral, die Retraction der Saugfüße, falls nur diese im Wasser frei beweglich sind, an der gereizten Stelle.

Aber auch bei den an der Wand unter Wasser vertical festsitzenden Asteriden, welche z. B. im Seewasserbehälter an dem verticalen Glase emporgeklettert sind, bewirkt eine leise Berührung einiger Saug-

Digitized by Google

füßchen eine Einziehung an der Reizstelle, ohne dass deshalb das Thier seinen Platz verließe. Es streckt auch die retrahirten Pedicellen bald wieder an die Wand hervor. Berührte ich dann mit einem Glasstabe streichend nur den Rücken eines anderen Strahles, so fand eine Retraction der Füßchen darunter statt, welche sofort die Saugplättchen von dem Glase entfernten. Durch fortgesetzte Berührung vieler Punkte des Rückens oder vieler Pedicellen gelingt es leicht in dieser Weise bei *Luidia* alle Füßchen von der Glaswand zu lösen, so dass sie abfällt.

Nach Feststellung dieser im Normalzustande nie versagenden Retractilität der Saugfüßchen bei localer, ventraler oder dorsaler Berührung, untersuchte ich genauer, wie weit sich bei verschiedenen Arten die Reizwirkung über die Reizstelle hinaus ausdehnen kann und welcher Gesetzmäßigkeit diese Irradiation des Berührungsreizes und stärkerer mechanischer Insulte unterworfen sei.

Bei *Luidia* zeigte sich constant, dass die unsanfte wiederholte Berührung einer Stelle etwa in der Mitte einer Ambulacralfurche nicht allein an der Reizstelle selbst, sondern auch weiter hinauf nach dem Centrum zu, eine Retraction der Saugfüßchen bewirkt, welche ziemlich schnell auf die energischere Einziehung der unmittelbar getroffenen folgt. Erstreckt sich die unsanfte Berührung auf die ganze proximale Ambulacralhälfte, dann ziehen sich meistens alle Pedicellen um das Centrum herum, an der Basis aller sieben Arme, zurück, nicht aber weiter hinauf in den anderen Armen; in der Mitte derselben und an ihrer Peripherie bleiben die Tentakel in lebhafter Bewegung. Für *Asterias glacialis* gilt nicht dasselbe, sofern nach einmaligem kräftigen Streichen einer offenen Ambulacralfurche mit einem Stäbchen zwar ebenfalls in ihr, und unmittelbar darauf um die Mundöffnung herum, dann aber auch weit hinauf in sämmtlichen anderen Radien eine Retraction der Saugfüßchen regelmäßig eintritt. Ist die erste Berührung der Mitte einer Ambulacralrinne sehr leise, so ziehen sich allerdings nur da die Saugfüßchen zurück und nur da verengt sich oder verschließt sich — bei etwas stärkerer Reizung — die Rinne. Hierauf tritt aber, dicht an der Reizstelle, centrifugal und centripetal, eine weitere Retraction vieler Füßchen ein. Berührt man dann distal von der geschlossenen Stelle, so pflanzt sich die Reizwirkung nur centrifugal fort, dagegen bei Berührung der proximalen Grenze nur centripetal, so lange der vorher erzielte vollständige Verschluss der Furche anhält, in diesem Falle aber nicht allein bis an und um das Centrum, sondern auch bis weit über die Basis der anderen Radien hinaus rechts und links, nur nicht bis an ihre äußersten Spitzen. Nach

Digitized by Google

der Ablösung von einem Radius, von zwei und von drei Radien bleibt diese Irradiation von einem gereizten Ambulacralcanal auf den Rest bestehen, so lange der centrale Theil, der Rumpf des Thieres, unversehrt ist, mag er sich im Übrigen in natürlicher Stellung (und zum Theil am Boden sich festheftend) oder in der Rückenlage befinden.

Da sich bei diesen Asteriden, wie auch bei *Asterias tenuispina*, *Ophidiaster*, *Echinaster*, die zuerst centripetale, dann, nach Einziehung der nächstgelegenen centralen Pedicellen, centrifugale Reiz-Irradiation mit den Augen verfolgen lässt, so konnte ich auch bestimmen, welche Radien zuerst, welche zuletzt, nach einmaliger genügend starker Berührung einer Ambulacralfurche, die Retraction ihrer Saugfüßchen zeigen.

Es stellte sich hierbei als allgemein gültig für alle fünfstrahligen Asteriden heraus, dass nach Retraction der Füßchen des unmittelbar

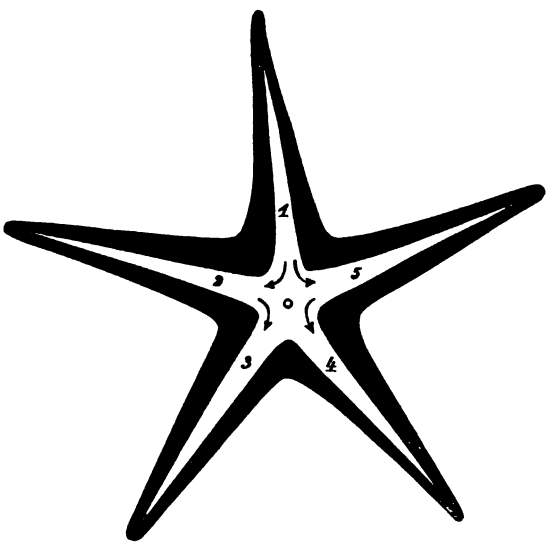


Fig. 1.

gereizten Radius zuerst fast gleichzeitig die centralen Füßchen der beiden Nachbar-Radien, zuletzt (meistens ebenfalls fast gleichzeitig) die der entfernteren Strahlen retrahirt werden. Heißt also (Fig. 1) der berührte Radius 1 und folgen der Reihe nach links oder rechts herum die Radien 2, 3, 4, 5 auf einander, so ist die Reihenfolge der Einziehung allemal zuerst 1, sodann 2 und 5, schließlich 3 und 4.

Digitized by Google

Diese von mir sehr oft bei *Asterias glacialis*, auch oft bei *Ophidiaster attenuatus*, beobachtete Reihenfolge findet sich gerade so wieder bei den Seesternen mit verbundenen Strahlen, z. B. *Asterina gibbosa*. Legt man diese im Wasser um und berührt man (Fig. 2) nur die Ambulacralfurche 1 einmal und nicht bis zum Centrum streichend, dann schließt sich zuerst die Furche 1 bis zum Centrum, hierauf die Furche 2 und zugleich 5 sofort vollständig centrifugal bis nahe an die Peripherie, jedoch nicht so fest und nicht so anhaltend wie 1, zuletzt 3 und 4 unvollständig.

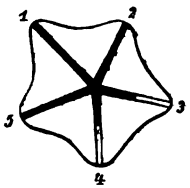


Fig. 2.

Die Irradiation des Reizes nach ventraler peripherer Reizung irgend einer Ambulacralfurche wird um so deutlicher, je näher die berührten Pedicellen dem Centrum liegen, bleibt dagegen leicht ganz aus bei schwacher mechanischer Reizung der äußersten Radienspitzen. In diesem Falle, wie überhaupt bei sehr leiser Berührung irgend welcher Ambulacralfüßchen, ist die Retraction eine locale. Es ließ sich hiernach erwarten, dass directe mechanische Reizung central gelegener Pedicellen eine sogleich in centrifugaler Richtung radiär fortschreitende Retraction von größerer Ausdehnung bewirken werde. In der That: wenn ich mit einer Nadel den Mundrand einer im Wasser umgewendeten, großen *Luidia* unsanft berühre, dann ziehen sich 2 bis 3 cm weit alle Füßchen des Rumpfes und der basalen Theile der 7 Strahlen schnell zurück. Nur die an den Radienenden bleiben in lebhafter Bewegung. Eben so bei *Asterias glacialis*.

Ist aber die Berührung einiger circum-oraler Saugfühler eine sehr leise, dann bleibt die Retraction localisirt. Die centro-ventrale mechanische Reizung kann ebenso eine circumscripte bleiben, wie die excentrische, falls nur der Reiz schwach genug ist.

Retraction nach chemischer Reizung.

Alle soeben beschriebenen Retractionserscheinungen treten auch nach chemischer Reizung ein. Die Einziehung der Ambulacralfüßchen von *Astropecten aurantiacus* nach Auftröpfeln von Alkohol sah bereits 1811 Tiedemann.

Eine locale Retraction der Füßchen beginnt bei Asteriden der verschiedensten Art schleunigst sowie nur ein Minimum einer Säure auf sie einwirkt oder etwas destillirtes oder Brunnenwasser gegen dieselben strömt oder auftropft. Bei der Reizung mit Salzsäure, Salpetersäure,

Digitized by Google

Schwefelsäure oder Essigsäure verengt sich die Ambulacralfurche und verschließt sie sich, falls die Reizstärke zunimmt, wie bei mechanischen Insulten.

Die Gesetzmäßigkeit der Reiz-Irradiation ist auch genau dieselbe wie bei mechanischer Reizung (p. 38 ff.) für alle Asteriden, welche ich prüfte; namentlich zeigt sich bei *Astropecten*, *Ophidiaster*, *Echinaster* außer der sofortigen localen Wirkung nach der Application eines Tropfens Schwefelsäure in der Mitte einer Ambulacralfurche das centripetale und oft fast gleichzeitige centrifugale Fortschreiten der Reizwirkung, nämlich Einziehung der Füßchen, deutlich. Wirkt ein Tropfen Säure central auf die Saugfühler am Munde, dann ziehen sich alle nicht getroffenen in der Nähe, um den ganzen Mund herum und weit hinauf in allen Radien gleichfalls zurück, an den basalen Theilen schnell, an den peripheren langsam, an den äußersten oft gar nicht. Es ist für die mechanische und starke chemische Reizung der Pedicellen um den Mund herum bei allen Asteriden charakteristisch, dass die entferntesten Saugfühler an den Radienenden immer zuletzt und meistens unvollständig, oft gar nicht, eingezogen werden, bei großen wie bei kleinen Individuen. Ist der Reiz schwach, dann bleibt die Retraction auf das Centrum beschränkt. Dasselbe beobachtete ROMANES bei *Uraster*. Aber entgegen seiner Angabe, dass bei diesem, nach Anwendung eines Tropfens Säure oder anderer starker Reizung einer peripheren extendirten Füßchenreihe, die Retraction sich auf andere Radien nicht ausdehne, sehe ich regelmäßig bei *Asterias glacialis* schon nach Application eines Tropfens concentrirter Schwefelsäure in der Mitte eines Radius, ventral, eine Retraction aller Saugfüßchen aller anderen Radien, außer denen an den Spitzen der vier nicht gereizten, eintreten. Ferner finde ich constant, dass, wenn während der Retraction in einem Radius ein Tropfen Schwefelsäure auf die Sauger eines anderen gelangt, die Retraction der Sauger im ersteren beschleunigt und verstärkt wird, was übrigens auch für mechanische Reizung gilt.

Wie bei dieser zeigt sich auch nach localer Reizung des dorsalen Integumentes mit einem Tropfen Säure eine starke Retraction gerade unter der Reizstelle. Diese Retraction irradiirt aber nicht. Es tritt vielmehr bei Zunahme der Reizstärke eine Extension außerhalb des unter der Reizstelle befindlichen Bezirks ein, wovon weiter unten. Die Lage und Stellung des Thieres hat keinen Einfluss auf diese Reizwirkung.

Haftet eine *Asterias glacialis* fest an der verticalen Glaswand ihres Behälters im Seewasser, so genügt es, minimale Mengen einer Säure

Digitized by Google

von oben an der Glaswand herabfließen zu lassen, so dass an verschiedenen Stellen central und excentrisch die Rückenhaut getroffen wird, um schnell das Hinabfallen des ganzen Thieres durch die gehäuften localen Einziehungen herbeizuführen, wie bei directer ebensolcher Reizung der Saugfüßchen. Wie empfindlich die sensibeln Nerven der letzteren und des dorsalen Integumentes sein müssen, ersieht man daraus, dass die Säure mit dem Seewasser, durch welches sie erst hindurchfließen musste, vermischt, also außerordentlich verdünnt wurde, ehe sie zu wirken beginnen konnte. So groß ist die Empfindlichkeit für Berührungen schwerlich, sonst aber die Übereinstimmung der chemischen und mechanischen Reizversuche vollkommen bezüglich der Erstwirkung des Reizes. Mechanische Reize sind nur bei Weitem vorzuziehen, weil sie besser vertragen werden und keine dauernden Nachwirkungen zu hinterlassen brauchen, während durch Säuren eine schon an der Gas- (Kohlensäure-) Entwicklung kenntliche Zerstörung des Gerüstes herbeigeführt wird, wenn die Concentration derselben zunimmt. Von der starken chemischen Reizung erholen sich daher die Asteriden nur schwer. Es tritt nach derselben leicht eine Art Histolyse, eine Verflüssigung der Gewebe ein, welche an den weißen Flecken der Reizstellen schon makroskopisch erkannt werden kann.

Wird jedoch allein die Wirkung einer nicht oft wiederholten Reizung mit einem einzigen sehr kleinen Tropfen Schwefelsäure betrachtet, so ergiebt sich völlige Übereinstimmung mit dem mechanischen Reize, d. h. Berührung und Stoß, und die Thiere erholen sich.

Einige Einzelangaben mögen zur Erläuterung dienen.

Asterias tenuispina, *Asterias glacialis*, *Chaetaster longipes* an einem Punkte einer Ambulacralfurche, durch Fallenlassen eines Tropfens Schwefelsäure gereizt, ziehen die Saugfühler an der Reizstelle schnell ein, dann die aufwärts von der letzteren und an der Basis des gereizten Radius, hierauf die am basalen Theile der beiden Nachbararme, also wie es in der Fig. 1 (p. 39) für mechanische Reize angegeben ist. Diese Irradiation der Reizwirkung lässt sich sehr deutlich mit dem Auge verfolgen, wenn der Reiz nicht allzu stark ist, in welchem Falle sie zu schnell verläuft. Bei mäßiger Concentration der Säure ist das Ergebnis constant und links herum wie rechts herum kein Unterschied wahrzunehmen, falls genau eine einzige Stelle der Ambulacralrinne gereizt wurde. Zu diesen Versuchen eignet sich vorzüglich die (p. 36 unten) beschriebene Stellung der Thiere, weil dann jede Berührung derselben seitens des Experimentators vermieden wird. Die Retraction

Digitized by Google

sieht man von oben und durch die Glaswand des Behälters hindurch vor sich gehen.

Wird einem großen im Wasser auf dem Rücken liegenden *Astropecten aurantiacus* in der Mitte einer Ambulacralrinne ein Tropfen concentrirter Schwefelsäure applicirt, dann werden sofort alle Füßchen aller fünf Radien, außer denen an den äußersten Spitzen, zurückgezogen. Bald darauf streckt er den größten Theil der Füßchen wieder hervor, jedoch nicht die an der Reizstelle, und nimmt seine natürliche Stellung wieder ein.

Wenn *Luidia* oder *Ophidiaster* in Brunnenwasser oder destillirtes Wasser getaucht wird, dann findet schleunigst eine allgemeine Einziehung aller Saugfühler der eingetauchten Theile statt. Desgleichen bleiben *Asterias glacialis* und *Palmipes* im Süßwasser ohne die Füßchen zu erigiren ruhig liegen, erholen sich aber — *Asterias glacialis* selbst nach 10 Minuten langem Aufenthalt in dem fremden Medium — nach der Rückversetzung in Seewasser auch nach dem Erlöschen der mechanischen Erregbarkeit der Tentakeln. Die Erholung dauert aber dann viele Stunden. Somit ist die mit Entziehung der Salze verbundene chemische Reizung und schließliche Wasserstarre zwar sehr eingreifend, aber nicht tödlich.

Von Giften, welche als chemische Reize äußerlich wirken können, ist namentlich, nach meinen Versuchen, das Nicotin für Seesterne jeder Art höchst wirksam. Denn die Retraction der Saugfühler tritt bei allen mit großer Geschwindigkeit ein schon im Seewasser, in dem einige Stückchen gewöhnlichen Cigarrentabaks bis zur Gelbfärbung desselben aufgeweicht worden waren. Je stärker die Färbung, um so eher hört die Retractilität auf. Nach einem Aufenthalte von nur wenigen Minuten darin in frisches fließendes Seewasser zurückgebracht, erholt sich *Asterias glacialis* nur schwer oder gar nicht, obwohl die Retractilität der Füßchen zum Theil wieder erscheinen und tagelang bleiben kann, ehe die weit überwiegende Anzahl derselben dauernd eingezogen bleibt. Ophiuren, z. B. *Ophiothrix* und *Ophioglypha*, sind ebenfalls gegen das wässerige Tabaksinfus sehr empfindlich, da sie darin schnell bewegungslos werden.

Auch Blausäure gehört zu den chemischen Reizmitteln, welche lange anhaltende Nachwirkungen herbeiführen. Denn wenige Tropfen einer etwa zwölfprocentigen Lösung derselben auf die Radienspitze von *Luidia* ventral dicht unter dem Wasserniveau geträufelt, macht die Tentakeln daselbst für mechanische Reize unempfindlich, ohne jedoch sonst die Bewegungen des ganzen Thieres zu stören.

Digitized by Google

Etwa 70procentiger Alkohol hat beim Auftröpfeln auf die Ambulacralfüßchen von *Asterias* Einziehung derselben zur Folge, und zwar dauert diese Retraction um so länger, je länger die Einwirkung des Alkohols dauert. Doch erholen sich die alkoholisirten Seesterne leicht in frischem fließendem Seewasser, wobei sie zuerst die peripheren Tentakeln wieder hervorstrecken, wenn ein ganzer Radius in den Alkohol eingetaucht worden war.

Ähnlich wie Äthylalkohol wirkt Äthyläther auf Asteriden. Eintauchen einer Radienspitze, z. B. von *Asterias glacialis*, in Äthyläther hat zwar anhaltende Retraction der betroffenen Tentakeln zur Folge, stört aber sonst wenig die Bewegungen des Thieres, welches sich in frischem Seewasser vollständig in relativ kurzer Zeit erholt.

Die Wirkung des Chloroforms ist nachhaltiger. Nicht allein ziehen sich die Saugfühler von *Asterias glacialis*, nachdem sie mit Chloroform direct in Contact gekommen sind, ein, es genügen wenige Tropfen Chloroform in einem kleinen flachen Seewasserbehälter, in dem *Astropecten bispinosus* oder *Asterias glacialis* liegt, diese der Beweglichkeit zu berauben, obwohl sich bekanntlich nur sehr wenig Chloroform im Wasser auflöst. Die Erholung der chloroformirten Seesterne in fließendem Wasser tritt nach zwei Minuten langer Einwirkung schwerer ein, als die der ätherisirten, auch wenn sich die Saugfüßchen wieder zum Theil erigiren. Sie werden später zum Theil oft wieder dauernd retrahirt und alle bewegungslos, anderenfalls ist die Erholung nach mehreren Stunden oder in einer Nacht vollständig. Um local, central und peripher, einzelne Gruppen von Ambulacralfüßchen vorübergehend außer Thätigkeit zu setzen, ist daher das Chloroform in Substanz ein werthvolles physiologisches Hilfsmittel der Untersuchung, während die Anwendung von Chloroformwasser — so nenne ich destillirtes anhaltend mit Chloroform geschütteltes Wasser, welches von letzterem abgegossen worden — zur Herbeiführung allgemeiner Ruhe der Seesterne sich gut eignet.

Retraction bei isolirten Radien nach mechanischer und chemischer Reizung.

Um nun zu ermitteln, ob die Einziehung der Saugfüßchen bei Seesternen nach mechanischer und chemischer Reizung auch ohne Mitwirkung des rings um den Mund verlaufenden nervösen Centralorgans zu Stande kommt, prüfte ich einzelne vom Centrum abgetrennte Radien in derselben Weise.

Digitized by Google

Schon TIEDEMANN hatte gefunden, dass die Saugfüßchen isolirter Strahlen von *Astropecten* noch viele Stunden nach der Trennung sich zusammenziehen, wenn sie mittels scharfer Instrumente oder durch Alkohol gereizt werden. Statt des letzteren kann man auch Säuren mit gleichem Erfolg anwenden, desgleichen Chloroform. Aber die einzelnen Arten verhalten sich ungleich bezüglich der Wirkung starker mechanischer und chemischer Reize auf die vom Centrum getrennten Ambulacralfüßchen.

Schon die oben erwähnte Thatsache, der zufolge die locale Verschließung der Furche (etwa in der Mitte eines Radius nach vorheriger starker mechanischer Reizung) die centripetale Ausdehnung der Retraction nach neuer Reizung am distalen Ende des Radius verhindert, erweckt die Vermuthung, dass eine Irradiation nicht nur durch Nervenleitung zum Centrum hin und zurück, sondern auch successive durch centripetal von einer Ganglienzelle zur anderen sich ausbreitende Erregung zu Stande komme.

Dass es sich kaum anders verhalten kann, geht aus meinen vielfach variirten Versuchen hervor. Die Ergebnisse derselben stehen auch im Einklang mit den an *Uraster* von ROMANES angestellten Durchschneidungen. Letzterer bemerkte nämlich zunächst, dass Durchtrennung des Nervenstranges eines noch unversehrten oder schon vom Centrum abgelösten Radius, an irgend einem Punkte desselben, vollständige Aufhebung des Zusammenhanges zwischen den Pedicellen zu beiden Seiten des Schnittes bewirkt. Wird z. B. der radiale — nach HAMANN's Entdeckung an Ganglienzellen reiche — Nervenstrang, welchen ich der Kürze halber Radialmark nennen will, in der Mitte durchschnitten, so bewegen sich die Füßchen der peripheren Hälfte vollkommen unabhängig von denen der basalen Hälfte, wie wenn der ganze Radius halbirt worden wäre. Die einen können extendirt sein, wie bei der Locomotion, während die anderen retrahirt sind und umgekehrt, und wenn ein Tropfen einer Säure die eine Hälfte zur Retraction bringt, dehnt sich diese niemals über die Schnittstelle hinweg auf die andere aus.

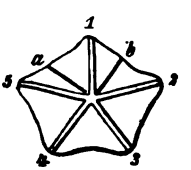


Fig. 3.

Ich fand diese Angaben für *Asterias glacialis* und Reizung mit Schwefelsäure vollkommen richtig und stellte eine Art Gegenversuch an *Asterina gibbosa* an, indem ich durch zwei bis nahe an das Centrum geführte interradiäre Schnitte *a* und *b* (Fig. 3) den Radius 1 zwar von seinen beiden Nachbarradien 2 und 5, nicht aber vom Centrum trennte

Digitized by Google

und nicht halbirte. Jetzt bewirkte periphere mechanische Reizung von 1 genau wie beim unversehrten Thiere (Fig. 2, p. 40) die Einziehung der Pedicellen in den Nachbarstrahlen, welche nach Durchstechen des Radialmarks in der Mitte von 1 ausbleibt. Also hängt auch bei den gelappten Seesternen mit verbundenen Radien der physiologische Zusammenhang der Füßchen des einen Radius mit den anderen von der Unversehrtheit des Centrums und des Radialmarks ab. Dagegen ist der physiologische Zusammenhang zweier Radien ganz unabhängig von der Unversehrtheit der übrigen. Denn wenn ich z. B. einer *Asterias pentacanthus* zwei ganze Strahlen abschneide, mit Schonung des centralen Nervenringes, so tritt nach ventraler Reizung der Mitte eines der drei noch zusammenhängenden Radien (mit Schwefelsäure) eine Retraction aller Saugfühler desselben und der meisten der beiden anderen Strahlen, im Wasser wie in der Luft, ein. Dabei ist es gleichgültig für diesen Erfolg, welche zwei Arme abgetrennt wurden, falls nur das Centrum ganz erhalten blieb. Anders wenn letzteres nicht der Fall ist.

Zwar bleiben, wie ROMANES bemerkte, bei *Astropecten* nach Durchtrennung des centralen Nervenringes zu beiden Seiten eines Radius, die Ambulacralfüßchen desselben noch eine halbe oder ganze Stunde lang in lebhafter Bewegung, worauf sie in der Retraction verharren — auch bei Ophiuren sah er die Füßchen nach Durchtrennung des centralen Nervenringes zu beiden Seiten eines Radius noch lange, aber unabhängig von allen übrigen in schwacher Bewegung — aber der physiologische Zusammenhang des so isolirten Radius mit den vier anderen ist völlig unterbrochen.

Eben diese physiologische Isolirung einer Ambulacralfurche, oder eines Theiles einer solchen, kann man durch chemische Reizung herbeiführen, z. B. durch wiederholtes Reizen einer und derselben Stelle mit einem Tropfen concentrirter Schwefelsäure. Gewöhnlich aber löst sich dann der ganze Strahl nahe der Reizstelle ab.

Was nun das Verhalten der Füßchen eines in beliebiger Weise total abgetrennten Strahles betrifft, so bewegen sie sich längere Zeit wie beim intacten Thiere, und es ist richtig, dass bei *Asterias* unsanfte Berührung, Streichen, Auftröpfeln von Alkohol oder Säuren eine Retraction wie beim unversehrten Thiere bewirkt, nicht aber eben so bei *Luidia*. Bei isolirten *Asterias*-Radien beschränkt sich die Einziehung auf die Reizstelle, wenn der mechanische oder chemische Reiz schwach und selten ist, sie breitet sich centripetal und centrifugal aus, wenn er stark ist und wenn er wiederholt wird. Dabei zeigen die Strahlen verschiedener Individuen, auch die desselben Individuums einige Verschieden-

Digitized by Google

heiten, gleichviel ob das dem isolirten Strahl zugehörige Stück des centralen Nervenringes ihm belassen oder abgetrennt wurde. Oft zieht z. B. ein ohne sein Centrum abgeschnittener Radius nach Reizung der Ambulacralfurche an einem Punkte daselbst schnell alle Saugfüßchen ein und dann sehr bald auch alle anderen, in centripetaler und centrifugaler Richtung gleichzeitig, manchmal aber in letzterer Richtung (nach der Spitze zu), zumal nach Schwefelsäurereizung, schneller und stärker, seltener endlich in der umgekehrten Richtung, nach der Schnittstelle zu zuerst. Diese Differenzen können durch ungleiche Erregbarkeit der verwendeten, zum Theil eben erst dem Golfe entnommenen, zum Theil tagelang im Behälter (mit unterbrochenem Zu- und Abfluss bereits benutzten Seewassers) aufbewahrten Thiere und Thiertheile bedingt sein, aber auch vielleicht dadurch, dass bei der centrifugalen Irradiation die Erregung nur von einer motorischen Ganglienzelle auf die andere übergeht, dagegen bei der centripetalen zuerst noch eine Umsetzung sensorischer Erregung in motorische stattfinden muss (vgl. Fig. 7, p. 77). In Brunnenwasser oder destillirtes Wasser getauchte isolirte Radien von *Asterias*, *Astropecten*, *Ophidiaster* ziehen sofort alle davon betroffenen Saugfüßchen ein, wie die ganzen Thiere und die von allen Strahlen getrennte Centralscheibe.

Dieselbe Übereinstimmung findet man bei dorsaler umschriebener, mechanischer oder chemischer Reizung. Ein ohne sein Centrum oder mit demselben (von *Asterias pentacanthus* oder von *A. glacialis* oder einer *Astropecten*-Art) abgeschnittener Strahl, dessen Sauger sich lebhaft bewegen, zieht diejenigen jedesmal ein, welche gerade unter der gereizten Stelle des dorsalen Integumentes liegen, und schließt sogar die Ambulacralrinne, die kammförmige Stachelreihe beiderseits umlegend, als wenn der schädliche Einfluss oder Angriff von der ventralen Seite herkäme.

Als ich nun ganz dieselben einfachen Reizversuche an *Luidia*-Strahlen anstellte, welche unmittelbar vorher von frischen Exemplaren abgelöst worden waren, erhielt ich ein anderes Resultat. In manchen Fällen hatte Berührung und chemische Reizung (mit Kreosot, Schwefelsäure, Ammoniakwasser) keinen merklichen Einfluss auf das rege Spiel der Ambulacralfüßchen. Dabei lag das Strahlenstück auf dem Rücken in Seewasser in einer flachen Schale, und die Flüssigkeiten ließ ich auf die Füßchen fallen. Sogar concentrirte Schwefelsäure, tropfenweise auf die letzteren oder dorsal oder am Querschnitt applicirt, bewirkte keine Retraction, sondern höchstens ein Umbiegen der Füßchenenden. In anderen Fällen bewirkte auch Berührung eine hakenförmige Um-

Digitized by Google

biegung und wie beim ganzen Thiere eine unvollständige Einziehung mit Collaps der erigirten Saugfühler. Im Ganzen aber ist es auffallend, dass die letzteren bei den isolirten *Luidia*-Strahlen viel weniger empfindlich gegen alle Reize sind, als beim unversehrten Thier. Auf Berührung verändert das Füßchen oft kaum seine Stellung, auf Abschneiden der Spitze mit dem Saugplättchen zieht es sich allerdings beidesfalls energisch zurück. Hierbei handelt es sich aber ohne Zweifel um starke directe Muskelreizung, also einen localen Effect. Beim unversehrten Thiere dagegen kann die völlige Einziehung nach sehr schwacher Reizung nur durch Betheiligung von Ganglienzellen und Nervenfasern zu Stande kommen, also durch Reflex.

Dieses Verhalten der *Luidia* bei der gewöhnlichen Reizung spricht dafür, dass bei ihr die peripheren Reflexe nicht in so hohem Grade unabhängig vom Centralorgan sind, als bei den weniger beweglichen und sonst weniger empfindlichen *Asterias*- und *Astropecten*-Arten. Das Radialmark, ein Ambulacral-Rückenmark im physiologischen Sinne, ist bei diesen mehr autonom, weniger abhängig von dem Ambulacral-Gehirn, d. h. dem mit Ganglienzellen reichlich versehenen Nervenringe im Centrum.

Diese Vermuthung fand ich im weiteren Verlaufe der Untersuchung bestätigt. Überhaupt nimmt die Erregbarkeit eines selbst mit seinem Centrum abgeschnittenen Strahles von *Luidia* viel schneller ab, als die eines Strahles von *Asterias glacialis* und *A. tenuispina*, welche wochenlang am Leben bleiben.

Extension nach mechanischer Reizung.

Nach Ermittlung der Bedingungen, unter welchen mechanische und chemische Reizung eine Retraction der Saugfühler herbeiführen, prüfte ich die Extension derselben in ähnlicher Weise und fand, dass hier andere Verhältnisse obwalten.

Es ist mir kein Mittel bekannt geworden, am unversehrten Thiere eine Turgescenz, Erection oder Verlängerung der Ambulacralfüßchen ohne Betheiligung der Centralorgane herbeizuführen, dagegen ist es leicht, bei dorsaler Reizung besonders des centralen Theiles des Thieres eine allgemeine Extension aller Füßchen aller Radien zu bewirken. Ich machte diese Beobachtung zuerst, als ich zu anderen Zwecken mittels eines drei Centimeter im Durchmesser haltenden, kreisrunden, dünnen, in der Mitte durchbohrten Zinkplättchens und eines dünnen aber starken Fadens, der durch das Centrum und den Mund des Thieres

Digitized by Google

gezogen wurde, letzteres im Wasser hängen ließ, so dass es mit der Ventralseite frei nach oben auf der Zinkplatte ruhte. Sogleich wurden von den in diese Lage versetzten Seesternen die Füßchen extendirt und lebhaft bewegt. Wenn ich sie aber, das obere Ende des Fadens haltend, aus dem Wasser emporhob, so begann allemal in der Luft ein noch viel lebhafteres Füßchen-Hervorstrecken. Schneller und ausgiebiger trat dann an allen Punkten die Extension und Turgescenz, die Verlängerung und das Collabiren mit erneuter Erection ein. So namentlich bei *Asterias*, *Astropecten*, *Luidia* und *Palmipes*. Ist das Thier sehr groß und schwer, so entsteht schon im Wasser durch den von ihm selbst ausgeübten Druck ein starker mechanischer Reiz des Nervenringes, und nach einigen Tagen kann sogar der Magen auf diese Weise prolabiren, indem er die Metallplatte überspannt und die 5 Radien des großen *Astropecten* ganz schlaff unter ihr herabhängen. Aber auch dann können immer noch die Füßchen jenes lebhafte Wechselspiel zwischen Extension und Retraction zeigen, zumal wenn das Thier über die Wasserfläche emporgehoben wird. Lasse ich es dicht unter derselben schweben, so dass die Füßchen beim Hervortreten in die Luft ragen, so hindert dieser Umstand das stundenlang schnell abwechselnde Erigiren und Retrahiren derselben nicht. Aber wo eine directe Berührung der Ventralseite mit einem festen Körper, z. B. einem Stift oder Finger stattfindet, da ziehen sich sofort die Füßchen zurück, mag eine Stelle im Centrum oder an der Peripherie berührt worden sein.

Liegt der Seestern im Wasser mit der Dorsalseite nach unten horizontal auf einer feststehenden Abflussröhre, so dass allein die Rückenfläche der Scheibe diese berührt und durch Zug festgehalten wird, dann bewirkt dieser Reiz eine sehr starke 2 bis 3 Stunden lang — bei *Asterias glacialis* — anhaltende Füllung und Entleerung der Saugfühler. Das centrale Rückenstück wird in die Röhre eingesogen (da das Anfangs noch abfließende Wasser Luft mit fortreißt und einen negativen Druck erzeugt) und dadurch das nervöse Centrum stark gereizt. *Luidia* verhält sich ähnlich. Beide erigiren mit erstaunlicher Ausdauer immer aufs Neue alle Füßchen, wenn sie, die Dorsalseite unten, auf eine verticale Glasröhre von 2 cm Durchmesser oder auf einen massiven Stab horizontal so gelegt werden, dass die Berührung centro-dorsal ist. Auch nach dem Herausnehmen aus dem Wasser strecken *Astropecten*, *Asterias* und *Luidia*, desgleichen *Ophidiaster*, alle Saugfühler mit großer Energie aus und zeigen, auf dem trockenen Tische liegend, noch viele Minuten lang ein lebhaftes Spiel derselben, obgleich sie fortwährend Wasser verlieren.

Digitized by Google

Ganz dieselben Resultate erhielt ich constant, wenn statt der unversehrten Thiere solche verwendet wurden, denen mehrere Strahlen abgeschnitten worden. *Asterias glacialis* mit nur 2 zusammenhängenden Radien streckt die Füßchen unter obigen Umständen geradeso hervor wie im intacten Zustande, stellt jedoch die Bewegungen früher ein, ohne Zweifel weil das Wasser von den großen Schnittstellen her zerstörend einwirkt.

Während nun in dieser Hinsicht, bezüglich der mechanischen dorsalen Reizung, alle Asteriden übereinstimmen, zeigt sich in Betreff der ventralen Reizung ein auffallender Unterschied zwischen *Luidia* und *Asterias*, welcher bereits oben (p. 38) angedeutet wurde. Eine starke mechanische Reizung einer beliebigen Stelle einer Ambulacralrinne hat bei *Asterias* eine bis weit über das Centrum hinaus in die 4 anderen Radien irradiirende Retraction zur Folge, bei *Luidia* dagegen ziehen sich nach starker wiederholter ventraler Reizung einer Gruppe von Saugfühlern nur diese und die an der Basis des gereizten Strahles, sowie deren centrale Nachbarn zurück; die übrigen verharren in lebhafter Bewegung und werden oft in gesteigertem Maße extendirt, die Locomotion nicht gehemmt. Ich komme auf diesen Unterschied zurück (p. 53 und 58).

In Betreff der Differenz des Effectes der dorsalen und ventralen Reizung verhalten sich *Luidia* und *Asterias* gleich.

Sehr gut erkennt man dieselbe auch ohne künstliche Reizung an unversehrten Seesternen. Ich legte eine *Asterias glacialis*, Rückenseite unten, auf eine im Wasser horizontal aufgehängte Glasscheibe. Alsbald wurden alle Saugfühler maximal extendirt — dorsale Reizung *in natura* — und immer aufs Neue vorgestreckt. Darauf legte ich sie, Ventralseite unten, auf die glatte Fläche, sogleich wurden einen Augenblick alle Saugfühler eingezogen — ventrale Reizung *in natura* — und erst beim Kriechen vollständig wieder vorgeschoben. Besonders deutlich ist dieser Unterschied, wenn das Thier von der Glasplatte herunterkriecht. Sowie nämlich ein Radius mit weit extendirten (tastenden) Tentakeln den Boden oder eine Wand ventral berührt, dann werden zuerst die betroffenen Tentakel retrahirt. Kommt dagegen beim Umwenden ein beliebiger Theil des Rückens mit dem fremden Körper in Berührung, dann erfolgt sehr bald die Extension der Füßchen, außer gerade unter dem zufällig oder absichtlich stärker mechanisch gereizten dorsalen Integumentpunkt, wo stets zuerst eine locale Retraction eintritt (p. 37).

Die Irradiation einer durch stärkere mechanische dorsale Reizung

Digitized by Google

herbeigeführten Extension der Saugfühler oberhalb und unterhalb der Reizstelle, an welcher die gewöhnlich bald vorübergehende Retraction eintritt, kann allgemein oder partiell sein.

Wenn genau centro-dorsal stark mechanisch gereizt wird, so geht, wie erwähnt, die Reizwirkung centrifugal in alle Radien (p. 48). Die sämmtlichen Saugfühler werden schnell erigirt und lebhaft bewegt. Ist aber die centro-dorsale Reizung sehr schwach, so kann die Retraction auf die circum-oralen Füßchen beschränkt bleiben, und sie geht dann schnell vorüber. Liegt die Reizstelle excentrisch-dorsal, so hängt es ebenfalls in erster Linie von der Reizstärke ab, ob überhaupt die vorher vorhandenen Bewegungen der Ambulacralfüßchen zunehmen oder nicht. Ein schwacher mechanischer Reiz ändert nichts, ein starker, z. B. hartes Streichen mit einer Nadel, kann schleunige allgemeine Extension der Füßchen, außer gerade unter der Reizstelle, veranlassen, sogar in der Luft. Große *Luidia*- und *Astropecten*-Exemplare eignen sich besonders zu diesen Versuchen, welche mit chemischen Reizmitteln dasselbe Resultat noch leichter liefern.

Extension nach chemischer Reizung.

Dass durch einen Tropfen einer Säure, welchen man auf eine beliebige Stelle des dorsalen Integumentes fallen lässt, eine Steigerung der Bewegungen der Pedicellen herbeigeführt wird, beobachtete richtig Romanes bei *Astropecten*; aber er sah nicht, dass hierbei, wie bei dorsaler mechanischer Reizung, unmittelbar unter der gereizten Stelle eine kurz dauernde Retraction der Saugfühler eintritt. So fand ich es regelmäßig gerade bei *Astropecten aurantiacus*, auch *pentacanthus* und bei *Asterias glacialis*, wenn ich ihnen einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure applicirte; kommt letztere direct mit den Pedicellen in Contact, etwa vom Rande der Ambulacralfurche aus, dann wird die Retraction energischer und anhaltend, bleibt sie auf den Rücken des Radius beschränkt, dann dauert die Retraction nur kurz, oft nur Augenblicke. Stets geht sie voraus der oft erst nach einem langen Latenzstadium beginnenden, im gereizten Strahl centrifugal und centripetal sich fortpflanzenden Extension der Pedicellen. Diese dehnt sich schnell über das ganze Centrum und von da aus wieder centrifugal über die übrigen ungereizten Radien aus. Doch ist dabei bemerkenswerth, dass die Extension der Saugfüßchen im gereizten Radius oberhalb wie unterhalb der in Retraction noch verharrenden Pedicellen gewöhnlich — bei starker Reizung immer — später und weniger energisch auftritt, als in den übrigen Radien und im Centrum selbst.

Digitized by Google

Offenbar liegt hier eine doppelte Reizwirkung vor, eine locale periphere Reflexaction und eine allgemeine centrale mächtige Erregung in Folge derselben, mit rapider Füllung und Entleerung der Poli'schen Blasen und der Ampullen.

Die durch diese centralen Impulse bewirkte Extension tritt gerade so ein, wenn der eine oder andere Radius vorher abgetrennt wurde. Wenn man z. B. einem *Astropecten pentacanthus* zwei Strahlen basal abschneidet und in der Luft einen Tropfen Schwefelsäure auf die Mitte des Rückens eines der durch das Centrum zusammenhängenden Radien bringt, so ziehen sich im Wasser sofort, aber auch in der Luft sehr schnell, alle unter der Reizstelle befindlichen Füßchen zurück, wogegen in den beiden anderen Radien alle Füßchen hervortreten.

Dieser Antagonismus ruft die Frage hervor, ob retrahirte Saugfühler ebenso leicht durch dorsale Reizung wieder extendirt, wie extendirte durch ventrale retrahirt werden können. Meine Beobachtungen zeigen, dass bei unversehrten und frischen Thieren allemal die Retraction leichter als die Extension bewirkt werden kann, aber bei mechanischer und chemischer Reizung kommt es dabei sehr an auf die Stärke und Dauer des Reizes. Daher kann der von Romanes aufgestellte Satz, dass die (die Erection der Füßchen) hemmende Function überwiege, nicht allgemein gelten. Er bemerkt zwar richtig, dass bei *Astropecten* die durch dorsale Reizung bewirkte lebhafte Bewegung der Füßchen durch ventrale Reizung sofort aufhört, aber unrichtig, dass nach Herbeiführung der Retraction durch ventrale Reizung ein Tropfen Säure vom Rücken aus nicht wieder extendirend wirke. Denn wenn die zur ventralen Reizung verwendete Säure verdünnt war und nur einen Augenblick einwirkte, ist es leicht, sich vom Gegentheil zu überzeugen. Einige Beispiele mögen zur Erläuterung dienen:

Ein großer *Astropecten aurantiacus* liegt im Wasser auf dem Rücken. Ein einziger Tropfen Schwefelsäure, an beliebiger Stelle ventral applicirt, genügt, um fast alle seine Füßchen außer denen an den Spitzen zur Retraction zu bringen. Sowie aber nun dorsal ein Tropfen Schwefelsäure an beliebiger Stelle applicirt wird, strecken sich alle wieder hervor, außer den unter der Reizstelle befindlichen. Jetzt kann man durch abermalige ventrale Reizung wiederum eine Einziehung der Füßchen herbeiführen. Die Thiere erholen sich mitunter binnen 24 Stunden von der starken Reizung trotz der theilweisen Zerstörung des Integumentes und des Skelets, der localen Säurestarre, der Gasentwicklung und des Abfallens ganzer Strahlen.

Eine sehr große *Asterias glacialis* hatte sich an eine horizontal im

Digitized by Google

Wasser, dicht unter der Oberfläche desselben aufgehängte Glasscheibe so angeheftet, dass ein Strahl mit der Ventralseite nach oben frei lag. Ich ließ in der Luft einen Tropfen Schwefelsäure in die Ambulacralfurche desselben fallen: sogleich verschloss sich diese Furche, und dann verengten sich die vier anderen bis zu zwei Drittel hinauf centrifugal. Unmittelbar vorher aber hatte ein Tropfen der Säure dorsal applicirt die meisten der ruhig am Glase haftenden Saugfühler in lebhafteste Bewegung versetzt. Bei der erwähnten Retraction kam nun das Thier in Gefahr im Wasser von der Platte herabzufallen. Es hing nur noch mit einer Spitze daran fest, extendirte aber sehr schnell alle seine Saugtentakel und nahm seine frühere Stellung, mit denselben sich aufs Neue anheftend, wieder ein. In diesem Falle wurde also die Extension nicht gehemmt trotz der starken Reizung.

Dasselbe Experiment stellte ich mit einer großen *Luidia* an. Als sie, mit dem Rücken oben, auf die Glasplatte im Wasser gelegt worden war, und ein Tropfen Schwefelsäure dorsal auf die Mitte eines Strahles gelangte, trat unmittelbar darunter eine starke Retraction der Ambulacralfüßchen ein, jenseit dieser Stelle aber beiderseits und in allen übrigen Radien eine lebhaftere Bewegung mit stärkerer Extension. Nun legte ich das Thier auf den Rücken und ließ einen Tropfen Schwefelsäure auf eine excentrische Füßchengruppe fallen. Jetzt trat an der Reizstelle und in nächster Nähe derselben zwar eine starke Retraction ein, nicht aber in den anderen Strahlen, wo die Bewegung fortdauerte. Der dorsale Reiz, welchen die Berührung der Platte verursachte, überwog also den ventralen, dessen Wirkung deshalb nicht irradiirte (p. 38 u. 50). Doch kommt hierbei in Betracht, dass (p. 57) oft *Luidia* auf ventrale periphere Reizung nur local mit Retraction antwortet und möglicherweise die centripetale Leitung in dem gereizten Radius durch die Reizung selbst unterbrochen wird, denn er bricht auffallend leicht ab. Ventro-centrale chemische Reizung hat auch bei *Luidia* zunächst immer irradiale Retraction zur Folge, dorso-centrale chemische Reizung, wenn sie nicht zu schwach ist, eine irradiale Extension und eine meist schnell vorübergehende centrale Retraction.

Digitized by Google

Extension bei isolirten Radien nach mechanischer und chemischer Reizung.

Wenn man von einer *Asterias glacialis* einen Strahl mit seinem Centrum abschneidet, so werden zuerst durch den starken motorischen, centralen Reiz des Schneidens alle Saugfühler maximal vorgestreckt und lebhaft bewegt. Berührt man dann die Füßchen in der Mitte der Furche, so findet nur an der Reizstelle eine Retraction statt. Wird aber nach dem Wiederhervorkommen derselben ein Tropfen Schwefelsäure daselbst, also ein sehr starker Reiz, applicirt, dann ist die Zurückziehung centripetal und centrifugal ausgebreiteter. Am Centrum selbst jedoch bleibt Alles in Bewegung. Wenn ich nun dorso-central mit einem Säuretropfen reize, werden sämmtliche verfügbare Füßchen vorgestreckt und der Strahl kriecht schnell davon. Ebenso *Astropecten*.

Somit ist die Extension der Ambulacralfüßchen unzweifelhaft durch einen centralen Impuls bedingt. Bei abgelösten *Luidia*-Radien gelingt es nur von der Schnitt- oder Bruchstelle aus eine Extension herbeizuführen. Schneide ich einer *Luidia* einen Strahl nahe der Mitte ab, nachdem durch Berührung alle Sauger desselben zur Retraction gebracht worden, dann tritt sogleich nach dem Schneiden eine mächtige Extension derselben im ganzen abgeschnittenen Stücke ein. Die Fortpflanzung des künstlichen Reizes ist also centrifugal und die Füllung des Wassergefäßsystems nach dem Schnitte gerade so ausgiebig wie beim unversehrten Thier. Es gelang mir sogar nach zweimaliger Durchschneidung eines Radius von *Luidia* die Extension sämmtlicher Füßchen hervorzurufen, welche durch anhaltendes starkes Streichen mit einem Glasstabe nach der ersten Operation wieder zur partiellen Retraction gebracht worden waren. Unmittelbar nach dem zweiten Schnitt kamen an dem peripheren Stück alle Saugfühler wieder zum Vorschein, an dem centralen aber nur sehr wenige, etwa ein halbes Dutzend dicht an der Schnittstelle. Also pflanzt sich der Reiz, welcher die Turgescenz der Saugfüßchen zur Folge hat, auch am isolirten Radius centrifugal, nicht aber centripetal fort. Wenn demnach am intacten Thier auf eine localisirte periphere Reizung eine allgemeine Extension aller Füßchen folgt (p. 51), so kommt diese durch reflectorische Erregung des Centrum zu Stande. Nun ist auch die Thatsache verständlich, dass die Turgescenz der Sauger im gereizten Strahl unvollständig und etwas später, als in den an-

Digitized by Google

deren Strahlen eintritt (p. 52). Denn die von der peripheren Reizstelle kommende Erregung wird im Centrum in die Impulse zur systolischen Entleerung der Ampullen aller Radien umgesetzt und findet natürlich da weniger Widerstand, wo die Saugfüßchen bereits in Thätigkeit sind, als da, wo in Folge der peripheren Reizung noch ein Theil retrahirt ist.

Damit hängt zusammen, dass die localisirte, dorsale, mechanische oder chemische Reizung eines mit seinem Centrum oder mit zwei oder drei Ecken des Nervenfünfecks noch verbundenen isolirten Strahles von *Astropecten pentacanthus* zwar eine deutliche Retraction unter der Reizstelle, aber nur eine sehr träge und unvollständige Extension an den anderen Stellen der Ambulacralfurche bewirkt.

Die Extension der Saugfühler nach localer dorsaler Reizung ist stets ein centraler Vorgang. Fehlen die Centren oder sind sie verletzt, oder ihre Verbindungen, die centralen Commissuren, unterbrochen, dann ist die Extension beeinträchtigt oder aufgehoben. Die hiermit im Widerspruch stehende Angabe von ROMANES, dass, »wie sehr auch der Nervenring und die Nervenstränge verletzt sein mögen, dorsale Reizung alle Pedicellen und das Muskelsystem der Strahlen in lebhafte Bewegung versetzt«, kann ich mit meinen Beobachtungen nicht in Einklang bringen.

Auch die Bemerkung desselben Forschers, dass bei *Astropecten* nach Durchschneidung des Radialmarks eines Strahles die Saugfüßchen des proximalen Theiles gewöhnlich eine lebhaftere Bewegung zeigen, als die des distalen Abschnittes, kann ich nicht bestätigen. Die Beweglichkeit der Füßchen abgeschnittener *Astropecten-*, *Asterias-* und *Luidia*-Radien ist Anfangs oft eine größere als die des übrigen Thieres, so lange nicht schädliche äußere Einflüsse störend wirken und der mechanische Reiz des Schneidens andauert.

Übrigens giebt es ein einfaches Mittel sich schnell und sicher von der Richtigkeit der obigen Befunde zu überzeugen, nämlich die Anwendung elektrischer Reize.

Retraction und Extension nach elektrischer Reizung.

Die elektrische Reizung der Seesterne erfordert gewisse Vorsichtsmaßregeln und Kunstgriffe, um einerseits die Wirkung der Schließung und Öffnung des elektrischen Stromes von der durch Anlegen der Elektroden bewirkten mechanischen Reizung zu trennen, andererseits

Digitized by Google

die durch das relativ gute Leitungsvermögen des Seewassers bedingte Schwächung des elektrischen Reizes zu verhüten. Die erstere Fehlerquelle vermied ich durch Anlegen der Elektroden an das Thier, ehe der Strom geschlossen war, und Abwarten des Zeitpunktes, bis die dadurch gesetzte locale Einziehung der Ambulacralfüßchen vorüber war; dann wurde, ohne sonst irgend etwas zu ändern, der Strom geschlossen, der Unterbrechungshammer des Schlitteninductorium in Thätigkeit gesetzt. Der zweite Übelstand erforderte die Anwendung von Elektroden, deren äußerste Enden allein frei und welche sonst durch eine impermeable Masse vollständig isolirt waren. Siegellack erwies sich als das beste Mittel. Die elektrische Reizung pelagischer Thiere, ja schon das Arbeiten mit den empfindlichen elektrophysiologischen Apparaten am Meere wird überhaupt durch die Feuchtigkeit der Luft und den Salzgehalt des Wassers erschwert. Die Instrumente müssen soviel wie möglich aus Glas angefertigt und durch Glashülsen geschützt werden.

Die wenigen früheren Versuche sind wegen Vernachlässigung dieser Fehlerquellen werthlos. Wenn TIEDEMANN meinte, »die Tentakel zeigten eine große Empfindlichkeit für den galvanischen Reiz«, weil er lebhafte Contractionen derselben, nach Anlegen der Pole einer nur aus 14 Platten-Paaren bestehenden VOLTA'schen Säule an die Füßchen oder an diese und an die Haut, eintreten sah, so irrte er, weil dieselben Contractionen eintreten, wenn nur die zwei Drahtenden ohne Säule ebenso angelegt werden. Der mechanische ventrale oder dorsale Reiz bewirkt allemal eine locale Retraction der Ambulacralfüßchen.

Meine Versuche wurden zumeist an der sehr reizbaren agilen *Luidia* und an der trägeren *Asterias glacialis* angestellt. Zunächst die erstere.

Eine große *Luidia* wird auf den Rücken gelegt in einem flachen Behälter. Alle Saugfühler bewegen sich lebhaft. Die Elektroden, d. h. die Enden der secundären Drahtrolle eines gewöhnlichen Schlitteninductorium, werden, ehe der primäre Strom geschlossen ist, in eine Ambulacralfurche behutsam eingeführt; sofort ziehen sich alle Füßchen in der intrapolaren Strecke und deren nächsten Umgebung zurück. Nun wartete ich mehrere Minuten, bis an der Stelle, wo die Drahtspitzen unverändert liegen blieben, die normale Bewegung der Saugfüßchen wieder begann, und schloss dann, ohne Erschütterung des Behälters, den primären Strom, so dass der Unterbrechungshammer in Thätigkeit gerieth und eine Reihe von Induc-

Digitized by Google

tionswechselströmen bei über einander geschobenen Rollen plötzlich einwirkte. Jetzt war also der mechanische Reiz ausgeschlossen, und es konnte Anfangs nur noch der elektrische und, im Anschluss an denselben, etwa der durch Elektrolyse bedingte chemische Reiz wirken. Nichtsdestoweniger war der Effect ein höchst auffallender: alle Saugfühler aller Radien, außer denen an der Reizstelle, geriethen nämlich nach einer relativ kurzen Latenzzeit, auch im Falle sie vorher durch Berührung alle zur Ruhe gebracht worden waren, in eine enorme Bewegung. Sie wurden erigirt und extendirt, turgescirten und collabirten in schneller Abwechslung, wurden prolongirt über das gewöhnliche Maß weit hinaus und schnell retrahirt, um sogleich wieder hervorgestreckt und wieder lateral umgelegt zu werden. An der Reizstelle allein, in der intrapolaren Strecke und deren nächsten Umgebung verharrten die Füßchen in der Retraction, so lange der Reiz anhielt.

Weiter fand ich, dass die dorsale Reizung mit der elektrischen Pincette geradeso Retraction der unter der Reizstelle befindlichen Füßchen zur Folge hat, wie die Berührung mit derselben ohne Strom, indem, nach Anlegen der Elektroden auf den Radiusrücken, ehe der Strom geschlossen worden, eine locale Retraction eintritt, welche bald vorübergeht, um *ceteris paribus*, nach Schließung des Stromes, wieder zu erscheinen. In diesem Falle ist die Wirkung des elektrischen Reizes von der des mechanischen nicht zu unterscheiden, während in dem vorigen es durch den letzteren allein nicht gelang (p. 50) eine so starke allgemeine Extension der Füßchen im Centrum und in den nicht gereizten Radien hervorzurufen. Die Beweglichkeit erscheint nur gesteigert. Allerdings hängt dieser Erfolg auch bei tetanisirender elektrischer Reizung ab von der Erregbarkeit des Thieres und nimmt nach häufiger Wiederholung des Versuchs mit kurzen Pausen ab. Aber die Effecte der mechanischen Reizung sind ebenfalls bei ermüdeten, und schon bei den längere Zeit im Aquarium gehaltenen Thieren erheblich schwächer als bei frischen. Elektrische Reize bewirken wie mechanische bei abgeschnittenen *Luidia*-Armen, auch wenn sie ganz frisch sind, keine oder nur eine sehr geringe Änderung der Bewegung der Füßchen, wie es oben beschrieben wurde (p. 47). Besonders auffallend ist die völlige Wirkungslosigkeit derselben elektrischen Reize, welche genügen, an demselben Radius vor der Ablösung die locale Retraction der Füßchen und von da aus die allgemeine Extension herbeizuführen. Von beiden ist nach der Abtrennung nichts zu bemerken. Während der elektrischen Reizung geht vielmehr die lebhafte Bewegung der Füßchen

Digitized by Google

des isolirten Radienstückes ungestört weiter vor sich ohne merklich zu- oder abzunehmen.

Wenn man jedoch die dorsale elektrische Reizung am intacten Thier mehrere Secunden anhalten lässt, dann tritt außer jener Retraction der unter der Reizstelle befindlichen Saugfühler die erwähnte allgemeine Bewegung aller anderen Füßchen ein, welche noch stärker als nach chemischer oder mechanischer dorsaler Reizung zu sein pflegt.

Geradeso wie bei dieser ließ sich auch am völlig abgelösten *Luidia*-Strahl durch genügend starke elektrische Reizung des Radialmarks an der Bruchstelle eine centrifugal schnell fortschreitende Extension mit gesteigerter Beweglichkeit leicht erzielen. Diese trat sogar ein, wenn eine andere als die Bruchstelle dorsal elektrisch gereizt wurde, und die Übereinstimmung mit der durch starken mechanischen Reiz (die Durchschneidung mit der Schere) bewirkten war auch darin vollkommen, dass an der proximalen Grenze des Reizbezirks keine oder nur eine sehr schwache Zunahme der Motilität der Füßchen bemerkt werden konnte (p. 54): ein weiterer Beweis dafür, dass die Extension derselben beim intacten Thier nach peripherer elektrischer Reizung nicht von der Reizstelle, sondern vom Centrum ausgeht.

In der That gelingt es auch leicht eine *Luidia* durch centrale ventrale elektrische Reizung trotz der localen Retraction zur Extension aller ihrer Füßchen zu bringen, während ein von ihr abgelöster Radius durch elektrische Reizung, weder dorsal, noch ventral, noch am Querschnitt zu einer entschiedenen Retraction gebracht werden kann, was doch so leicht am intacten Thiere gelingt. Diese Retraction der Saugfühler der *Luidia* muss also auf einem centralen Erregungsvorgang beruhen, da mechanische und chemische Reize hierin den elektrischen sich gleich negativ verhalten.

In dieser Beziehung und bezüglich der durch peripheren Reiz erzielbaren gesteigerten Beweglichkeit verhalten sich *Asterias glacialis* und *tenuispina* wesentlich anders, als *Luidia*. Denn es ist leicht, bei jenen, ebenso am unversehrten Thier, wie an dem isolirten Strahl, durch elektrische Reizung nicht allein überall in der beschriebenen Weise eine locale, sondern auch eine bis an das Centrum centripetal, und von da aus centrifugal, sich fortpflanzende Einziehung der Ambulacralfüßchen herbeizuführen, wie bei mechanischer und chemischer Reizung. Es liegt also hier eine exquisite periphere Reflexbewegung vor, welche sich selbst von der Reizstelle aus überall hin schrittweise fortpflanzt. Die von Hamann beschriebenen Ganglienzellen des Radialmarks sind dazu erforderlich, aber auch hinreichend, da sich der isolirte Radius

Digitized by Google

wie das ganze Thier verhält. Bei beiden erweist sich übrigens der ventrale elektrische Reiz wirksamer als der mechanische. Er kann jedoch, wie dieser, eine Zurückziehung der extremen Tentakel — abgesehen von directer Reizung derselben — nicht bewirken. Auch ist zu beachten, dass nach häufig wiederholter localer elektrischer Erregung einer Stelle einer Ambulacralrinne bei *Asterias* schließlich die Irradiation, die Einziehung der Füßchen und Verengerung der nicht gereizten Rinnen ausbleibt und die Sauger, wie bei *Luidia*, in erhöhte Thätigkeit gerathen, außer an der Reizstelle.

Die dorsale elektrische Reizung eines Radius bewirkt dagegen bei *Asterias glacialis* oft sogleich eine lebhafte Extension aller Füßchen außer denen gerade unter der Reizstelle, wo zu Anfang eine Retraction eintritt; letztere ist beim isolirten Strahl bei Weitem nicht so schnell und vollständig wie beim ganzen Thier.

Um nun zu ermitteln, ob die Irradiation der Reizwirkung auch für elektrische Reize gilt, stellte ich Durchschneidungsversuche an *Asterias glacialis* an (Fig. 4).

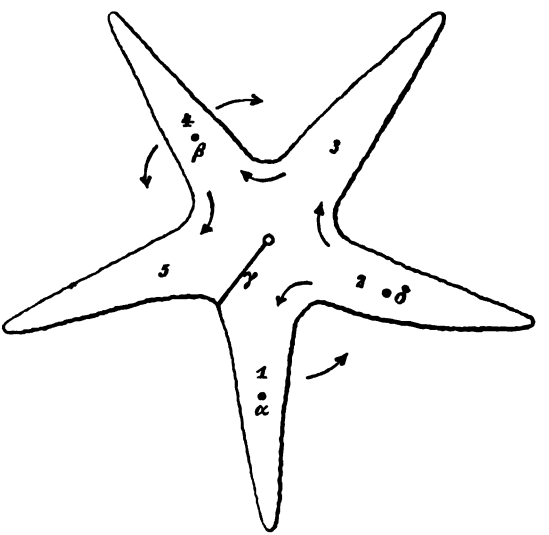


Fig. 4.

Das Thier liegt auf dem Rücken. Ich reize bei α. Jedesmal ziehen sich dann auch die Sauger in allen anderen Radien mehrere Centimeter centrifugal ein, um bald wieder hervorzukommen, bei elektrischer Reizung schneller, als bei mechanischer. Jetzt mache ich den Schnitt

Digitized by Google

γ bis in den Mund. Die centrale Commissur zwischen 1 und 5 ist also durchtrennt. Nun ziehen sich nach Reizung bei α die Sauger in 5 nicht mehr oder sehr wenig ein. Reize ich bei 4 β, dann pflanzt sich die Retraction auf 3 und 5 fort, wie die äußeren Pfeile links angeben. Die Leitung in den Commissuren des centralen Nervenpentagons ist also doppelsinnig, aber erschwert, je länger der Weg wird, da es nach dem Schnitt nach Reizung von α nicht leicht oder gar nicht gelingt über 2, 3 und 4 die Füßchen in 5 zur Retraction zu bringen. Von δ aus, in 2, gelingt es, wie die inneren Pfeile rechts angeben. Auch ließ sich selbst bei stärkerer Reizung von 5 über 4, 3 und 2, nur eine schwache Wirkung auf 1 erzielen. *Asterias tenuispina* verhält sich gerade so, der trägere *Echinaster* ähnlich. Nur ist die Veränderung der Ambulacralfurchen nach ventraler elektrischer Reizung einer Stelle weniger vollständig, langsamer und auch die Retraction in den 4 nicht gereizten Radien geringer.

Nach völliger Abtrennung des ganzen Strahles 1 durch die interradiären Schnitte γ und ε (in Fig. 5) bewirkte starke ven-

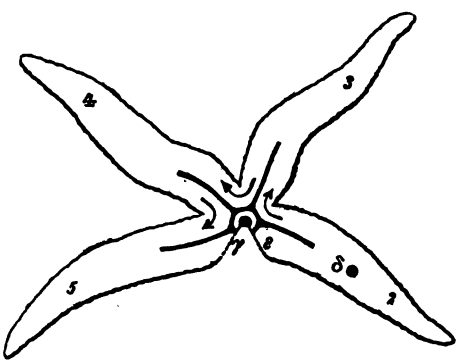


Fig. 5.

trale elektrische Reizung in 2 δ zuerst in 3 eine starke, dann in 4 eine schwächere und zuletzt in 5 eine sehr schwache Retraction. Hierbei ist aber zu beachten, dass ganz dasselbe geschieht, wenn (Fig. 6) der Strahl 1 mit einem Schnitt basal ohne Verletzung des Nervenringes abgetrennt wird. Diese Verspätung der Retraction in 5 im zweiten Falle (Fig. 6) hat weniger in dem Umweg (über 3 und 4), als in der durch den Schnitt bedingten Reizung und Schädigung des zu 1 gehörenden centralen Theiles ihre wahrscheinliche Ursache.

Digitized by Google

Wird das Centrum selbst dorsal elektrisch gereizt, dann ist, abgesehen von einer temporären Einziehung der Füßchen in der Ge-

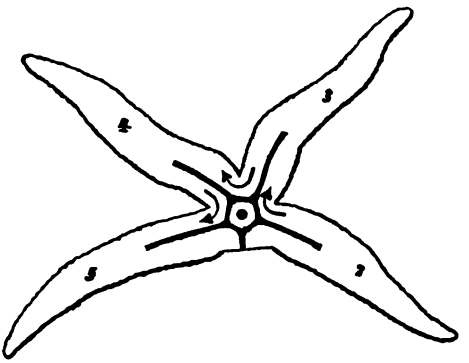


Fig. 6.

gend der Mundöffnung, eine allgemeine Extension und sehr lebhafte Bewegung aller Füßchen in den Radien die Folge.

Retraction und Extension nach thermischer Reizung.

Wenn man eine beliebige Stelle einer Ambulacralfurche im Wasser oder in der Luft durch einige Tropfen heißen Seewassers (oder mit heißem Dampf) reizt, so ziehen sich die getroffenen Saugfühler, wie nach chemischer, elektrischer, mechanischer Reizung (Berührung mit einem festen Körper) schleunig an der Reizstelle zurück. Besonders *Asterias glacialis* ist gegen solche Reizung empfindlich, *Echinaster*, *Ophidiaster* und *Chaetaster* weniger. Denn wenn sie (in der p. 36 beschriebenen Stellung) am verticalen Glase haftend einen oder zwei von ihren 5 Strahlen rechtwinklig zu den anderen dicht unter dem Wasserniveau halten und ich etwas heißes Seewasser auf die freien Saugfühler träufle, oder einen heißen Dampfstrahl darauf richte, dann werden zwar allemal die getroffenen, deren Nachbarn und die centralen Füßchen retrahirt, aber nur *Asterias* flieht regelmäßig. Die anderen können mit viel heißem Wasser begossen werden, durch die Wasserschicht des Behälters hindurch, ehe sie ihren Platz verlassen. Ein Tropfen sehr heißes Wasser in die Ambulacralrinne einer *Asterias* in der Luft gebracht kann aber locale Wärmestarre ohne Retraction der Füßchen zur Folge haben (s. p. 62).

Auch wenn ein Seestern sich an die Rückenseite eines anderen festgeheftet hat, genügt es, etwas lauwarmes Seewasser gegen die

Digitized by Google

Sauger strömen zu lassen, um schnell die Trennung (z. B. von *Echinaster*, der an einem *Chaetaster* haftet) dadurch herbeizuführen, dass die getroffenen Füßchen sich in Folge der plötzlichen Erwärmung einziehen und so das Thier abfällt.

Von allen untersuchten Asteriden ist aber am empfindlichsten gegen thermische Reize *Luidia*. Sowie ich in eine Ambulacralfurche eines auf den Rücken gelegten Exemplars, dessen Saugfüßchen sich lebhaft bewegen, einige Tropfen heißes Seewasser hatte gelangen lassen, steigerte sich die Bewegung der sämmtlichen Füßchen aller 7 Arme, außer an der Reizstelle, maximal, gerade wie nach starker, localer, peripherer, elektrischer Reizung. An der Reizstelle selbst fand, gerade wie nach letzterer, eine Retraction statt, ehe die Füßchen auch da in erhöhte Thätigkeit geriethen. Trotzdem das heiße Wasser (welches dem Siedepunkte nahe war) durch das kalte, strömende (von 13 bis 14° C.) des Behälters bei der Reizung augenblicklich abgekühlt wurde, erwies sich diese Art der Reizung außerordentlich wirksam. Erst bei Wiederholung derselben wird die Reaction schwächer. Als ich aber das warme Wasser direct in die Ambulacralrinne in der Luft applicirte, wurden die Füßchen bewegungslos ohne Retraction in der Stellung, die sie gerade hatten. Ihre Muskeln wurden offenbar wärmestarr und von der Oberfläche verdampfte das Wasser sichtbar. Im Übrigen trat auch hier dasselbe lebhafte Spiel der Füßchen in den anderen 6 Strahlen und in den nicht getroffenen Theilen des gereizten ein, wie vorhin.

Sogar die isolirten *Luidia*-Strahlen, welche in langsam erwärmtes Wasser gebracht werden, reagiren durch Änderung des Spieles ihrer Saugfüßchen auf geringe Temperaturschwankungen. Ein acentraler, seit 20 Stunden abgetrennter *Luidia*-Radius, welcher in Wasser von 13° C. ununterbrochen die Füßchen bewegte, wurde erwärmt:

Minuten	Centigrade	
0	13,2	normal beweglich,
10	14,4	normal beweglich, dann vorübergehend:
16	17,9	etwas weniger mobil;
60	20,7	alle Sauger ausgestreckt, höchst mobil.

Diese Steigerung der Motilität der Füßchen hält aber bei weiterer Temperaturerhöhung niemals an, sondern weicht bei allen Seesternen einer Abnahme der Retractilität und Extensibilität der Ambulacralfüßchen. Ich stelle im Folgenden eine Anzahl von Temperaturversuchen zusammen, wo auch von anderen Veränderungen durch die Erwärmung bereits Einiges angegeben ist. Darauf wird in den fol-

Digitized by Google

genden Abschnitten Bezug genommen werden. »Reizbar« und »Reizbarkeit« bezieht sich dabei, wo nichts Anderes angemerkt ist, nur auf die Retraction der Füßchen nach Berührung mit einem festen Körper (Glasstab.

Es geht aus den großen Schwankungen dieser »mechanischen« Reizbarkeit der Füßchen mit dem Steigen und Fallen der Wassertemperatur ohne Weiteres hervor. wie wichtig für alle die obigen Reizversuche, auch die elektrischen und chemischen, Constanthalten der Temperatur der Thiere ist. Ich habe stets eine solche von 11 bis 17°, gewöhnlich von 12 bis 13° beibehalten. Bei der experimentellen Prüfung meiner Befunde sind diese Grenzen nicht erheblich zu überschreiten.

1) Eine sehr bewegliche *Luidia* in einer flachen Schale:

Min.	Centigr.	
0	13,4	normales Hin- und Herbewegen und Ausstrecken der Sauger.
8	18,3	Beweglichkeit gesteigert.
12	18,2	Berührung des Rückens bewirkt Retraction unter der Reizstelle.
18	23,5	Dorsale und ventrale Berührung bewirkt unvollständige Retraction. Das Thier krümmt seine 7 Strahlen über dem Rücken zusammen und streckt 2 in die Luft.
23	24,0	Abschneiden der Spitze eines Saugers bewirkt noch Retraction desselben.
.	24,0	Selbständige Beweglichkeit der Sauger noch groß.
.	27,0	Dieselbe nimmt ab.
.	31,5	Die Sauger retrahiren sich. Berührung dorsal und ventral effectlos.
33	30,5	Anschneiden der Sauger hat noch schnelle Retraction zur Folge. Ich lege das Thier um: es wendet sich nicht.
38	34,5	Dorsale und ventrale starke Reizung effectlos.
.	35,0	Anschneiden der Sauger hat nur sehr langsame oder keine Einziehung zur Folge. Hartes Streichen der Ambulacralfurche fast oder ganz erfolglos. Seit 31° entschiedenes Ruhigwerden (Wärmestarre); erholte sich nicht, obwohl jetzt die Abkühlung begann, da das Thier noch $3^1/_2$ Stunden in dem (von 35° an) in der Luft sich abkühlenden Wasser belassen wurde,

Digitized by Google

ehe es in einen großen Behälter mit 12,8° zurückgebracht wurde. Hier blieb es regungslos auf dem Rücken liegen (noch 2 Tage) ohne sich zu erholen.

2) Eine andere *Luidia*:

Min.	Centigr.	
0	14,8	auf die Dorsalseite gelegt;
2	16,7	vollständig von selbst gewendet;
3	17,1	ich legte wieder um.
4	18,1	Selbstwendung vollständig.
5	18,8	Ich legte wieder um; Selbstwendung.
10	22,9	Von jetzt an kein Wendeversuch mehr; Füßchen weniger lebhaft.
14	30,5	Sehr reizbar.
18	33,6	Reizbarkeit vermindert; Füßchen ruhiger.
19	34,9	Magen prolabirt.
21	36,1	Füßchen sämmtlich bewegungslos, aber sie retrahiren sich auf Berührung. Nun nimmt die Reizbarkeit schnell ab;
25	35,3	sie ist fast Null an den Spitzen und im Centrum.
27	.	Die ausgestreckten Füßchen bleiben, wenn sie gereizt worden, ausgestreckt, die retrahirten retrahirt; die Mehrzahl ist umgebogen.

Nun blieben während der fortschreitenden Abkühlung die offenen Ambulacralfurchen nach wiederholtem Bestreichen mit einer Nadel gerade so weit offen wie vorher; Optimum also längst überschritten, wahrscheinlich schon bei 22°. Das Thier blieb mit centripetaldorsalwärts gekrümmten Radien zusammengeknäuelt liegen, mit dem prolabirten Magen nach oben. Ein Strom kalten Wassers hatte keine wiederbelebende Wirkung. Am folgenden Tage keine Erholung, keine Veränderung der Stellung.

Die Wärmestarre war tödlich.

3) *Asterias glacialis* (*a*) heftet sich an die Wand einer flachen Schale:

Min.	Centigr.	
0	14,9	extendirt die Füßchen,
13	16,4	reagirt auf Berührung durch schnelle Retraction der
15	20,8	Füßchen.
17	23,0	Zwei Strahlen haften; die Füßchen der übrigen sehr lebhaft.
18	24,0	Ambulacralfurche schließt sich bei Berührung mit dem

Digitized by Google

Min.	Centigr.	
		Thermometer sofort, um sich sogleich darauf wieder zu öffnen, also Reizbarkeit erhöht.
21	27,0	Beweglichkeit und Empfindlichkeit der Saugfühler groß;
23	28,4	haftet noch fest;
24	29,5	reagirt lebhaft auf Berührung durch Retraction der
25	31,2	Füßchen.
30	33	Die Bewegungen der Füßchen erlöschen.
33	33,4	Die Füßchen haften nicht mehr am Glase, das Thier fällt ab und bleibt auf dem Rücken liegen.

Die 5 Ambulacralrinnen sind offen, aber in ihnen sämmtliche Füßchen in parallelen Reihen, 4 in jeder, sehr regelmäßig retrahirt und bewegungslos. Ihre Contractilität ist erloschen, da starker mechanischer Reiz keine weitere Einziehung bewirkt. Nur die wie Kammzinken gestalteten Stacheln an den inneren Furchensäumen legen sich noch etwas nach innen um bei wiederholtem starken Streichen der Furchen in der Mitte. Am folgenden Tage nur unvollständige Erholung, so dass nur theilweises Anheften möglich wurde.

4) *Asterias glacialis* (*b*) auf die Rückenseite in flacher Schale gelegt:

Min.	Centigr.	
0	14,2	extendirt die Saugfüßchen;
8	14,3	hat sich gewendet, haftet fest;
16	26,5	haftet noch fest; reizbar;
20	25,9	kriecht umher (Fluchtbewegungen).
35	33,2	Reizbarkeit erheblich vermindert; das Thier bleibt auf dem Rücken liegen.
40	33,4	Reizbarkeit erloschen. Beim weiteren Erwärmen wurde das Thier weich und die Radien brachen in der Luft beim Anfassen ab.

5) Wenn dagegen eine *Asterias glacialis* (*c*) von 14 auf 25° schnell erwärmt wird — innerhalb etwa 10 Minuten — und dann in kaltes Wasser (von 12 bis 14°) zurückgelangt oder sogleich von 25° an in kalter Luft kurze Zeit abgekühlt wird, dann erholt sie sich in einer Nacht leicht vollständig.

6) *Asterias glacialis* (*d*) auf dem Rücken liegend:

Min.	Centigr.	
0	14,6	heftet sich mit einem torquirten Arm fest;
2	14,7	hat sich vollständig gewendet und kriecht normal;

Digitized by Google

Min.	Centigr.	
7	17,5	kriecht flink umher.
12	21,5	Ich lege das Thier wieder um;
14	23,1	es hat sich gewendet; Füßchen extendirt, beweglich.
17	29,1	sehr beweglich; doch sinken die 2 unter dem Wasserniveau gehaltenen Radien, dann das ganze Thier unter;
19	31,1	bleibt, Ventralseite oben, liegen, hebt zwar die Strahlen an die Oberfläche, kriecht aber nicht mehr umher; Optimum überschritten.
21	32,6	Noch sehr lebhaftes Spiel der Füßchen.
22	33,3	Viele Füßchen retrahirt; wenige haften noch;
.	33,8	keine mehr; das Thier fällt ab;
23	34,3	bleibt auf dem Rücken liegen; Füßchen an der Peripherie viel beweglicher als die centralen.
25	35,2	Alle 5 Radien seitlich und dorsalwärts umgebogen, alle Füßchen noch in Bewegung;
27	35,4	fast alle in Ruhe; Magen prolabirt.
28	36,1	Mechanische Reizbarkeit fast erloschen, an einigen Stellen ganz. Abkühlung beginnt;
29	35,0	fast alle Füßchen retrahirt, einzelne noch schwach hin und her bewegt.
31	34,6	Vollständig bewegungslos mit umgebogenen Strahlen, Ventralseite oben, mit prolabirtem Magen. Nun wird
58	16,5	kaltes strömendes Wasser eingeleitet.
88	13,4	Keine Erholung.

Nach $7^1/_4$ Stunden lag das Thier unverändert da; als ich aber dem Wasser eine Erschütterung ertheilte, fingen die umgebogenen Strahlenspitzen an, sich langsam zu strecken. Die Füßchen — etwa 1600 — blieben aber sämmtlich retrahirt, in jedem Radius in je 4 Reihen regelmäßig geordnet. Beim Drücken derselben mit einem Stiftchen rückten sie ein wenig näher an einander, also mechanische Reizbarkeit minimal. Elektrische Reize (Inductionswechselströme) bewirkten eine geringe Verengerung der Furche an der Reizstelle und eine Zunahme jener Bewegung an den Radienspitzen. Eigenthümlich ist dabei, dass diese stattfinden ohne Betheiligung der Füßchen. Letztere verharren sämmtlich in Ruhe, retrahirt. Nicht ein einziges ist extendirt. Doch wurden durch die periphere, ventrale, elektrische Reizung eines Strahles die langsamen Bewegungen der anderen Radien vermehrt und beschleunigt und endlich, $8^1/_2$ Stunde seit Be-

Digitized by Google

ginn des Versuches, 8 Stunden seit Beginn der Abkühlung, fangen einzelne Füßchen des gereizten Strahles an hervorzukommen und wieder eingezogen zu werden. Doch nur vorübergehend. Noch 9 Stunden seit Beginn der Abkühlung bewirkt starke mechanische Reizung eines Strahles zwar Bewegungen desselben, nicht aber der Füßchen; es tritt nur eine geringe Verengerung der Furche ein, und zwar nur an der Reizstelle.

In diesem merkwürdigen Zustande verharrte das Thier auch den ganzen folgenden Tag, indem es gerade so träge und uncoordinirte Bewegungen der Radienspitzen machte wie vorher, ohne ein Füßchen vorzuschieben.

Die Erwärmung hat wahrscheinlich das Wassergefäßsystem mehr als die Skeletmusculatur in seiner normalen Function gestört und die oberflächlichen Füßchennerven mehr als die centralen angegriffen.

7) Die ebenfalls unversehrte *Asterias glacialis* (*e*):

Min.	Centigr.	
0	13,9	in einer flachen Schale in Seewasser;
22	17,8	reizbar; haftet am Glase fest;
32	19,5	haftet noch fest; kriecht nicht fort von einer wärmeren Stelle;
41	22,4	reizbar; haftet noch fest am Glase.
45	24,4	Die Füßchen eines Strahles retrahirt; die übrigen noch reizbar.
46	27,2	Nur 2 Radien haften noch; noch reizbar; das Thier fällt von der Glaswand ab auf den Rücken.
.	28,0	Einführung eines Thermometers in den Mund bewirkt allgemeine Extension.
53	28,1	Retraction der Füßchen bei Berührung mit dem Thermometer, welches 28,1° zeigt, aber das Thier bleibt auf dem Rücken liegen, das Temperatur-Optimum ist also längst überschritten.
61	32,6	Die inzwischen sehr verminderte mechanische Reizbarkeit erlischt. Alle 5 Ambulacralrinnen sind offen und doch alle Füßchen in 4 Reihen in jeder ganz symmetrisch eingezogen und bewegungslos: wärmestarr.

8) *Asterias glacialis* (*f*) nur 2 zusammenhängende Strahlen:

Min.	Centigr.	
0	15,1	normal; auf die Dorsalseite gelegt.

Digitized by Google

Min.	Centigr.	
.	17,0	Sofortige Extension der Sauger, wendet sich.
10	25,0	Alle eingezogen und bewegungslos; das Thier bleibt umgelegt regungslos liegen, kann sich nicht wenden.
.	22,5	Die Sauger beginnen ihre Bewegungen wieder.
.	21,2	Das Thier macht erfolgreiche Wendeversuche;
.	.	am folgenden Tage Erholung.

9) Ein einzelner Radius von *Asterias glacialis* (*g*) mit seinem Centrum plötzlich von Wasser von 15° in solches von 24° gebracht, welches sich sehr langsam abkühlte, zeigte eine geringe Beweglichkeit der Saugfühler. Auf Berührung zogen sich dieselben nur Anfangs noch zurück. Keine Erholung.

10) Ein einzelner Radius von *Asterias glacialis* (*h*):

Min.	Centigr.	
0	12,6	Saugfüßchen sehr beweglich.
.	16,0	Sie werden weniger energisch bewegt.
25	23,0	Streichen der Ambulacralfurche bewirkt zwar noch eine Retraction der Sauger, aber nach periph. dorsaler Reizung mit concentrirter Schwefelsäure trat nur am centralen Ende eine deutliche langsame Extension derselben ein. Als nun der Radius in das kalte Wasser (12,6°) zurückgebracht wurde, kamen die Saugfühler nach und nach zahlreicher und weiter hervor. Am folgenden Tage machte er zwar in frischem Wasser nach wiederholter dorsaler und seitlicher Reizung mit concentrirter Schwefelsäure keinen Fluchtversuch, aber die Saugfüßchen wurden am centralen Ende stark hervorgestreckt. Also ist die kurz dauernde Erwärmung auf 23° von anhaltender schädlicher Wirkung gewesen (vgl. p. 54).

11) Zwei unversehrte *Asterias tenuispina*, innerhalb 20 Min. von 13 auf 23° erwärmt, behielten das Vermögen nach ventraler Berührung die Füßchen einzuziehen, sind also nicht so empfindlich; doch vermochten sie nicht sich von der Rückenlage in die Bauchlage zu wenden bei 23°, eine dritte plötzlich von 13 auf 23° erwärmte ebenfalls nicht. Bei der Abkühlung bis 16 und 18° wendeten sich alle drei.

12) Drei andere *Asterias tenuispina*, kleine Exemplare:

Min.	Centigr.	
0	14,4	wenden sich alle 3 auf den Rücken gelegt um in $1^1/_2$,

Digitized by Google

Min.	Centigr.	
		in 2 und in 4 Min. bei 14,4 bis 16,5°, und kriechen umher; haften fest;
5	.	wieder alle 3 umgelegt; 2 wenden sich sofort.
8	20,5	Beide wieder umgelegt.
9	23,0	Füßchen maximal extendirt in ungemein lebhafter Bewegung.
11	26,7	Selbstwendung; wieder umgelegt;
12	27,5	alle 3 bewegen die Füßchen lebhaft;
.	31,6	noch immer.
14	32,5	Nr. 3 hat sich gewendet; Nr. 1 Magen prolabirt.
15	34,1	Mechanische Reizbarkeit vermindert, Füßchen noch extendirt und beweglich;
16	35,2	mechanische Reizbarkeit Null: keine Retraction bei Berührung, keine Schließung der Furche.
18	35,8	Allgemeine Ruhe, alle Furchen halb geschlossen, alle 3 Mägen prolabirt.
19	36,5	Die Thiere sind weich geworden.
20	36,6	Maximum. Von jetzt an nimmt die Temperatur langsam und continuirlich ab. Die 3 Thiere bleiben bewegungslos auf dem Rücken liegen. Die kurz dauernde Erwärmung war tödlich.

13) *Ophidiaster attenuatus* ist ebenfalls sehr empfindlich gegen Temperaturerhöhungen des Seewassers:

Min.	Centigr.	
0	15,5	normal; wird auf den Rücken gelegt.
13	20,0	Sehr reizbar; haftet fest.
16	20,6	Reizbar; hat sich umgewendet; haftet fest.
19	25,4	Reizbar, haftet noch fest am Glase;
24	27,4	
27	.	sehr reizbar; alle Füßchen extendirt, kehrt noch aus der Rückenlage in die natürliche zurück;
31	30,7	noch reizbar.
32	34,0	Reizbarkeit erlischt, keine Wendung mehr aus der Rückenlage in die natürliche zurück. Ein Radius platzt mit Prolaps eines Darmstücks.
.	34,9	Reizbarkeit gänzlich erloschen.

14) Eine *Asterina gibbosa* mit normaler Beweglichkeit:

14,4° normal;

20,0° alle Saugfüßchen extendirt.

Digitized by Google

26,5° Ihre Beweglichkeit nimmt ab;
30,0° alle Saugfüßchen retrahirt;
31,0° regungslos, Dorsalseite unten.

Stundenlang während der nun beginnenden Abkühlung, auch bei 14,4°, keine andere Bewegung als schwache Torsionen (Wendeversuche) der Spitzen von 20° an; Erholung am folgenden Tage unvollständig, am darauffolgenden fast vollständig, trotzdem die Ränder bereits braun verfärbt waren. Das Thier kehrte wieder von selbst aus der Rückenlage in die gewohnte Lage zurück, und zwar an den folgenden Tagen mit zunehmender Geschwindigkeit. Somit ist die Temperatur von 31° überlebt worden.

15) Ein *Astropecten aurantiacus* von 15 cm Durchmesser:

Min.	Centigr.	
0	14,6	kehrt in 1½ Min. aus der Rückenlage in die Bauchlage zurück.
2	15,4	Ich legte das Thier wieder um;
4½	16,7	es hat sich vollständig gewendet;
6	17,6	ich legte es um;
8½	20,9	hat sich gewendet;
9	21,8	ich legte es um.
12	26,8	Mitten in sehr energischen Wendeversuchen fiel das Thier wieder auf den Rücken.
17	31,7	Alle Füßchen maximal extendirt; bei Berührung Retraction derselben und Verschluss der Ambulacralfurche.
18	32,8	Magen prolabirt; Reizbarkeit vermindert.
20	33,0	Füßchen bewegen sich noch zum Theil.
22	34,0	Maximum; das Thier liegt noch auf dem Rücken; Füßchen z. Th. beweglich.
27	34,0	alle Füßchen retrahirt; die Furchen halb geschlossen. Keine Erholung.

Hier war also das Optimum bei 26,8° bereits überschritten und 34° tödlich.

16) Drei nicht große *Echinaster sepositus*:

Min.	Centigr.	
0	15,3	alle drei auf den Rücken gelegt.
7	18,0	Nr. 1 hat sich vollständig von selbst gewendet und wird wieder umgelegt.
9	20,5	Nr. 2 desgleichen.
14	26,0	Alle 3 machen von jetzt an kaum noch Wendever-

Digitized by Google

Min.	Centigr.	
		suche; Ambulacralfurchen theils offen, theils geschlossen; Füßchen z. Th. extendirt, z. Th. retrahirt; träge.
16	30,0	Alle 3 auf dem Rücken liegend und bewegungslos; nur bei Nr. 1 die Füßchen in den offenen Furchen in sehr träger Bewegung.
18	33,2	Mechanische Reizbarkeit enorm vermindert.
22	35,6	Nr. 2 macht Biegungen zweier Radien (vielleicht passiv durch Wärmestarre); Nr. 1 desgl. schwächer; Nr. 3 nicht.
24	35,8	Nr. 1 und 2 öffnen die noch geschlossenen Furchen.
27	35,9	Nr. 2 giebt von seinem rothen Farbstoff an das umgebende Wasser ab. Temperaturmaximum.
		Nun begann die Abkühlung.
181	18,3	Alle 3 bewegungslos; haben mehr Farbstoff abgegeben; mechanische Reizbarkeit bei allen drei erloschen; keine Erholung; es wurde noch viel Farbstoff abgegeben; Thiere weich.

Hier war also bei 26° das Optimum überschritten, die Temperatur von 35,9° tödlich.

17) Ein kleiner *Echinaster sepositus* mit Radienlänge = 6 cm.

Min.	Centigr.	
0	16,7	auf den Rücken gelegt;
11	22,0	vollständig von selbst gewendet;
12	23,1	ich legte um,
14	24,5	die meisten Füßchen extendirt und bewegt,
16	26,3	dieselben zwar größtentheils extendirt, aber nicht oder nur sehr wenig bewegt; Rückenlage unverändert beibehalten; kein Wendeversuch.
18	27,2	Desgl.; keine Spur irgend welcher Bewegung;
19	28,0	bei Berührung einer Ambulacralfurche mit einem Stecknadelkopf schleunige Retraction der Füßchen und Verschluss der Furche an der Reizstelle; das Thier fühlt sich aber weicher an als normal.
23	29,0	Mechanische Reizbarkeit noch vorhanden, aber keine Spur einer selbständigen Bewegung; Füßchen z. Th. extendirt, z. Th. retrahirt, besonders die centralen.
27	30,1	Mechanische Reizbarkeit noch da; das Thier noch weicher.

Digitized by Google

Min.	Centigr.	
28	30,6	Verschluss der Furche bei Berührung entschieden langsamer; die dann folgende Öffnung ebenfalls langsamer,
32	32,6	beides noch langsamer,
34	33,4	noch langsamer; 2 Radien biegen sich passiv (durch Wärmestarre?); kein Wendeversuch.
39	34,1	Vorübergehende Biegungen der Radien nach dem Anfassen derselben.
47	34,3	Berührung der weit offenen Furchen bewirkt langsames unvollständiges Schließen derselben,
49	35,9	noch langsameres; alle Füßchen, außer denen im Centrum, extendirt;
53	38,0	kein Verschluss der Furche mehr bei Berührung;
59	40,2	zeigt das Thermometer in der Furche, das Wasser daneben 39,4°; also ist jetzt das Thier wärmer als das Wasser; vorher war es umgekehrt;
61	38,6	in der Furche, 38,3° im Wasser; mechanische Reizbarkeit erloschen. Ich ließ das Thier nun unberührt abkühlen; es blieb regungslos auf dem Rücken liegen mit z. Th. ganz, z. Th. halb offenen, im Centrum ganz geschlossenen Furchen. Die beiden Furchen, in welchen das Thermometer gelegen hat, bleiben offen, die drei anderen mehr geschlossen,
75	33,4	Berührung bewirkt keine deutliche Retraction der Füßchen; der rothe Farbstoff wird an das Wasser abgegeben,
81	31,2	desgleichen; desgleichen,
91	28,8	desgleichen; desgleichen,
108	25,6	desgleichen; desgleichen,
123	23,5	desgleichen,
313	16,4	desgleichen,
409	15,6	das Wasser ist nun stark roth gefärbt vom aufgelösten Pigment; das Thier reactionslos, hat seine Radien halbkreisförmig gekrümmt (passiv). In fließendem Wasser von 13 bis 15° keine Erholung und weitere Abgabe von Pigment.

Digitized by Google

Aus diesen und ähnlichen Beobachtungen ergiebt sich mit bemerkenswerther Übereinstimmung der einzelnen Befunde, dass für *Luidia* bereits bei 23 bis 24° des umgebenden Seewassers das Temperatur-Optimum überschritten ist, für *Asterias glacialis* bei 25 bis 30°, für *Echinaster*, *Asterina gibbosa* und *Astropecten* bei 26 bis 27°, ferner, dass für die genannten 5 Arten, sowie für *Asterias tenuispina* und *Ophidiaster* Temperaturen von 31 bis 35° lebensgefährlich sind, gleichviel ob sie durch langsame oder schnelle Erwärmung des umgebenden Wassers erreicht werden. Nur wenn sie ganz kurze Zeit anhalten, sind 35 bis 37° nicht tödlich. Die Erholung tritt nach einer Erwärmung bis auf 32° ein, sowohl bei allmählicher, als auch bei plötzlicher Abkühlung in lufthaltigem, strömendem Seewasser, dauert aber jedesmal mehrere Stunden. Nachdem einmal der Prolaps des Magens oder seiner Anhänge bei 32,5 bis 35,5° eingetreten, scheint eine vollständige Erholung nicht mehr erzielbar zu sein. Die Folgen der Wärmestarre können dann nicht mehr rückgängig gemacht werden.

Es geht aus diesen Bestimmungen hervor, dass die Asteriden überhaupt nur innerhalb enger Temperaturgrenzen normal bestehen können. Die Temperatur des Golfes von Neapel schwankt den bis jetzt vorliegenden Messungen zufolge an der Oberfläche nur zwischen 13 und 27,2° C. (Karl Brandt: Coloniebildende Radiolarien. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 13. Monographie. Berlin 1885. p. 114), erreicht aber diese extremen Werthe sehr selten. Es ist wahrscheinlich, dass schon 20° von den Seesternen des Golfes auf die Dauer schlecht vertragen wird, denn einige, namentlich *Luidia*, verlieren in geräumigen Behältern an Beweglichkeit schon vor Erreichung dieses Grades. Überhaupt ist die im Vergleiche zu anderen Thieren des Golfes erstaunliche Temperaturempfindlichkeit der Asteriden bemerkenswerth. Sie hängt wahrscheinlich mit der sehr großen Oberfläche zusammen, welche die Saugfühler bieten; in diesen werden auch die Nervenendigungen und dünnen Muskeln leicht durch die Einwirkung des warmen Wassers von außen und zugleich von innen — vermittels des Wassergefäßsystems — angegriffen.

Da übrigens möglicherweise diese schädliche Einwirkung der Erwärmung durch die Art des Verfahrens beschleunigt werden konnte, so habe ich die Temperaturerhöhungen des Seewassers in verschiedener Weise bewerkstelligt, es in großen und in kleinen Behältern auf dem Wasserbade mittels des Dampfes von unten erwärmt, auch Dampf in den Behälter geleitet, die Thiere in ruhigem und in

Digitized by Google

fließendem Wasser gehalten. Die obigen Grenzwerthe wurden davon nicht beeinflusst. Nur muss stets darauf geachtet werden, dass der Boden des Gefäßes, in welchem die Echinodermen erwärmt werden, nicht höher als das Wasser temperirt und das Wasser selbst reichlich, frisch und lufthaltig sei und nicht durch das Verdampfen beim Erwärmen sein relativer Salzgehalt merklich zunehme oder durch Einleiten von viel Dampf merklich abnehme.

Übersicht der Ergebnisse.

Trotz der Mannigfaltigkeit der Bewegungen, welche die bei großen Asteriden nach vielen Hunderten zählenden Ambulacralfüßchen zeigen und der auf den ersten Blick verwirrenden Abwechslung zwischen Einziehung und Extension derselben, ist es durch die obigen Versuche geglückt einen Theil der Bedingungen festzustellen, von welchen die eine wie die andere abhängt.

Alle angewandten Reizmittel, Berührung, Ätzung, Erwärmung, elektrische Schläge, haben übereinstimmende Resultate geliefert. Es lässt sich jetzt mit einer die astronomische Gewissheit streifenden Wahrscheinlichkeit vorhersagen, ob ein Seestern seine Füßchen da oder dort einziehen oder hervorstrecken wird, sowie er an dieser und jener Stelle stark und schwach, oft und selten, mechanisch, chemisch, elektrisch oder thermisch gereizt wird.

Das Gesetzmäßige in den von mir beobachteten Erscheinungen kann folgendermaßen ausgedrückt werden:

Wenn am unversehrten Seestern ein localer, ventraler oder dorsaler Reiz nur eine localisirte Wirkung ausübt, so besteht diese allemal ausschließlich in einer Einziehung der Ambulacralfüßchen, niemals in einer Extension derselben. Ist der ventrale Reiz so stark, dass seine Wirkung irradiirt, dann tritt ebenfalls zunächst am Reizbezirk eine centrifugale und centripetale Retraction, weiterhin aber eine Extension der Füßchen sogleich (bei *Luidia*) oder nach wiederholter Reizung (bei *Asterias*) ein.

Wenn ein localer dorsaler Reiz irradiirt, so ist stets eine allgemeine Extension vom Centrum aus die Folge, niemals eine Retraction.

Dieses Gesetz der ambulacralen Bewegung ist für alle untersuchten Asteriden gültig und lässt sich mit Berücksichtigung der verschiedenen Reizstellen für frische normale Seesterne und die vier gewöhnlichen Reizgattungen in folgende Tabelle zusammenfassen:

Digitized by Google

Reizstelle	Reizwirkung
dorsal excentrisch oder dorsal	local: Retraction irradial: Extension
ventral excentrisch oder central	local: Retraction irradial: 1) Retraction 2) Extension

Die Thatsachen sind hierdurch richtig dargestellt: Retraction der Saugfühler tritt circumscript bei localisirter ventraler oder dorsaler, centraler oder peripherer Reizung jedesmal ein, wenn der Reiz nicht zu stark ist, Extension lässt sich beim unversehrten Thier circumscript nicht künstlich herbeiführen.

Retraction der Saugfühler tritt irradial bei localisirter ventraler, centraler oder peripherer Reizung jedesmal ein, wenn der Reiz stark genug ist, macht aber entweder sogleich (bei der elektrisch gereizten *Luidia*) oder nachdem er wiederholt worden (bei der *Asterias*) einer ausgedehnten Extension Platz.

Extension endlich tritt außerdem jedesmal irradial neben der circumscripten Retraction nach localisirter dorsaler, centraler oder peripherer Reizung ein, wenn der Reiz stark genug ist.

Die Erklärung dieser eigenthümlichen durch alle meine zahlreichen und vielfach variirten Versuche erwiesenen Gesetzmäßigkeit ist unter der Voraussetzung einer functionellen Ungleichwerthigkeit des centralen Nervenringes und des Radialmarks nicht schwer.

Denn die localisirte Retraction der Saugfühler benöthigt — wo sie nicht auf directer Muskelreizung beruht — bei *Asterias* nur eines peripheren Reflexmechanismus. Eine sensorische Nervenfaser, dorsal oder ventral in das Radialmark eintretend, wird erregt und leitet die Erregung in letzteres. Von den Ganglienzellen des Radialmarks geht dann der motorische Impuls in die longitudinalen und circulären Muskelfasern des Saugfühlers. In der That zeigt jede durch zwei zur Längsachse senkrechte Schnitte erhaltene Scheibe eines isolirten *Asterias*-Strahles, nach dorsaler oder ventraler Reizung, die Retraction.

Die irradiirende Retraction verlangt einen stärkeren Reiz. Die von ihm abhängige stärkere Erregung pflanzt sich durch die primär getroffenen ventralen sensorischen Fasern zunächst in das Radialmark, und in diesem von einer Ganglienzelle auf die benachbarte fort, so dass successive, Schritt für Schritt, die motorischen Impulse von den zuerst retrahirten Füßchen an sich centripetal und centrifugal

Digitized by Google

auf die benachbarten erstrecken und eine weit ausgedehnte Retraction stattfindet.

Bei *Luidia* hingegen, wo bereits die Differenzirung des Nervensystems in ein höheres und niederes Centralorgan, in ein Ambulacral-Gehirn und Ambulacral-Rückenmark, fortgeschritten sein muss, genügt letzteres nicht mehr zur reflectorischen Retraction der Saugfüßchen, da diese ausbleibt nach Abtrennung des Radius vom Rumpf. Es muss also hier (im Gegensatze zu *Asterias*) der ventrale sensorische Reiz eine centripetale Erregung veranlassen, welche erst im Nervenfünfeck, d. h. central, in eine centrifugale motorische Erregung für die Nervenfasern der Pedicellen-Muskeln umgesetzt wird.

Nach dorsaler Reizung irradiirt (bei *Luidia* und *Asterias*) die Retraction nicht, weil durch das von Romanes und Ewart entdeckte subcutane dorsale Nervenfasernetz das Centralorgan, der Nervenring oder Nervenkranz, wie ihn Tiedemann nannte, leichter centripetal erregt wird und von hier aus dann centrifugale motorische Impulse die Entleerung der Ampullen in die Saugfüße hinein, somit deren Schwellung und Extension, d. h. Fluchtbewegungen, veranlassen.

Dass die *Asterias* nach starker dorsaler Reizung Fluchtbewegungen macht, die Füßchen vorstreckt, auf starke ventrale Reizung im Gegentheil mit Abwehrreflexen antwortet, die Füßchen retrahirt und die Ambulacralfurchen verengt und verschließt, erscheint durch die äußeren Lebensbedingungen des Thieres genügend motivirt. Denn gegen einen Angriff von oben wäre ausgedehnte Retraction der Füßchen unten nutzlos, die Flucht kann retten; wogegen ein Angriff vom Boden aus durch Extension der Füßchen nur erleichtert würde wegen Oberflächenvergrößerung, falls die Flucht nicht schnell ist (p. 77). Dass überhaupt bei localer dorsaler Reizung eine schnell vorübergehende ganz locale Retraction eintritt, kann sehr wohl nur eine Mitbewegung, eine Begleiterscheinung sein, da die dorsalen, subcutanen sensorischen Nervenfasern ebenfalls durch Verbindungsfasern mit dem Radialmark zusammenhängen müssen; sonst könnte nicht bei abgeschnittenen acentralen *Asterias*-Radien dorsale Reizung die Retraction bewirken (p. 47). Der Beweis dafür, dass dagegen die Extension nach dorsaler Reizung centralen Ursprungs ist, wird geliefert durch ihr Ausbleiben bei so isolirten Strahlen (p. 55), wenn nicht durch Schnitt, Stich oder elektrisch das Radialmark selbst oder die Ampullen gereizt werden (S. 58).

Dasselbe gilt für die Extension nach starker ventraler Reizung; denn diese tritt 1) überhaupt im acentral isolirten Strahl nicht, 2) im

Digitized by Google

intacten Thier in den ungereizten Radien zuerst ein. Also muss die ventrale Erregung centripetal wandern, ehe die Ampullen ihre systolische Thätigkeit beginnen. Dabei ist der Unterschied zwischen *Luidia* und *Asterias* noch zu erklären. Jene reagirt sehr bald mit Extension auf starke ventrale Reize, diese zunächst mit irradialer Retraction und erst nach wiederholter Reizung mit Extension. Höchst wahrscheinlich rührt dieses her von einer größeren Abhängigkeit des Radialmarks vom Nervenring bei *Asterias*, während die agile *Luidia* mit ihrem Ambulacralgehirn die Peripherie schon besser beherrscht, so dass sie auch dem ventralen Angriff durch die Flucht sich entziehen kann vermöge ihrer großen locomotorischen Behendigkeit. *Asterias* kommt viel langsamer von der Stelle. Jedenfalls liegt kein Grund zur Annahme einer principiellen Verschiedenheit der beiderseitigen nervösen Mechanismen vor.

Die localisirte und irradiale Retraction nach centraler dorsaler oder ventraler Reizung bedürfen zu ihrer Erklärung keiner Hilfshypothese, da im Centrum wie an der Peripherie das subcutane Nervennetz und statt des Radialmarks die Commissuren des Nervenrings vorhanden sind.

Die allgemeine Extension nach starker centraler Reizung kann durch directe Reizung der motorischen Ganglienzellen des Nervenrings, welche die Poli'schen Blasen und Ampullen durch ihre centrifugalen Impulse zur Entleerung bringt, zu Stande kommen.

Das nervöse Schema gestaltet sich demnach, wenn alle weiteren Complicationen fortbleiben, und nur die bis jetzt gefundenen Thatsachen mit einander in Zusammenhang gebracht werden sollen, folgendermaßen:

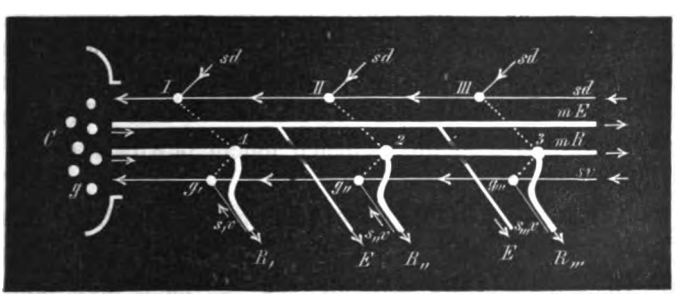


Fig. 7.

C ist ein Knotenpunkt des Nervenrings (Ambulacralgehirn), wo das Radialmark (Ambulacralrückenmark) entspringt. Die breiten Striche bezeichnen die centrifugalen motorischen, die dünnen die

Digitized by Google

centripetalen Nervenbahnen und zwar *sd* (sensorisch-dorsal) die vom dorsalen Integument kommenden im subcutanen Nervennetz, *sv* (sensorisch-ventral) die von den Ambulacralfüßchen und der Ambulacralrinne kommenden, *mR* die dahin gehenden Fasern (motorisch *m*, Retraction *R* bewirkend), *mE* die an die Ampullen gehenden Zweige (motorisch *m*, Extension *E* bewirkend). Die die Ganglienzellen verbindenden Fasern sind punktirt. Diese intergangliösen feinsten Fäserchen leiten nur von sensorischen Ganglienzellen zu motorischen oder zwischen 2 sensorischen oder zwischen 2 motorischen, nicht aber von motorischen zu sensorischen.

Die Frage, ob von den sensorischen Ganglienzellen Fasern an subdorsale motorische Ganglienzellen gehen, welche die Erhebungen, Schrumpfungen, Einkerbungen des dorsalen Integuments, namentlich bei *Luidia*, mittels besonderer motorischer Fasern ermöglichen könnten, habe ich nicht untersucht, daher solche Bahnen in das Schema nicht aufgenommen. Dass aber weiter nach dem Rücken bis in die Paxillen und Chromatophoren reichende centrifugale Nervenzweige vorhanden sein müssen, ist gewiss. Ich habe Veränderungen beider nach künstlicher Reizung, wie ohne solche, eintreten gesehen, welche ihre Existenz nothwendig erscheinen lassen.

Es ist nun mittels des Schemas nicht schwer sämmtliche Thatsachen in Zusammenhang zu bringen, welche im Obigen als Ergebnisse der Reizversuche sich herausgestellt haben.

Dorsale locale Reizung bewirkt localisirte Retraction, weil die Erregung durch *sd* z. B. in die sensorische Ganglienzelle *II* und von dieser in die motorische Ganglienzelle *2* und von da in die motorischen retractilen Fasern des Füßchens $R_{,,}$ geht.

Irradiirt die dorsale Reizwirkung, so ist Extension die Folge, weil die Erregung von *sd* aus centripetal von *II* durch *I* nach *C* geht und daselbst einen centralen Impuls veranlasst, welcher dann centrifugal durch die motorischen Bahnen *mE* eine allgemeine Entleerung der Ampullen in die Füßchen hinein bewirkt, *E*, d. h. Extension der letzteren.

Locale ventrale Reizung hat zunächst eine örtliche Retraction der Saugfühler zur Folge, weil die Erregung durch $s_{,,}v$ nach der sensorischen Ganglienzelle $g_{,,}$ und von da nach der motorischen Ganglienzelle *2* fortgepflanzt wird; von dieser geht der motorische Impuls in das Füßchen zurück durch die Muskelnervenfasern $R_{,,}$. Es kann aber auch die Erregung von $g_{,,}$ centripetal über g, in das Centrum gehen, und von da aus erst vermittels der Bahn *mR* die

Digitized by Google

locale Retraction bewirken, ähnlich wie beim localisirten Reflex der Wirbelthiere. Bei *Luidia* ist dieser Umweg die normale Reflexbahn, da am resecirten *Luidia*-Strahlstück die ventrale locale Reizung keine entschiedene Retraction zur Folge hat.

Irradiirt die ventrale Reizwirkung, so ist bei *Asterias* Retraction die erste Folge, weil die Erregung, wenn sie stark ist, von *2* nach *3* und dadurch nach R_{m} geht: centrifugale Irradiation von einer motorischen Ganglienzelle auf ihre Nachbarin. Zugleich oder wenig später geht die Erregung von g_{n} nach g_{r} und von da nach *1* und R_{r}: centripetale Irradiation von einer sensorischen Ganglienzelle auf ihre Nachbarin. Ist der Reiz sehr stark und wird er wiederholt, so tritt bei *Asterias* spät, bei *Luidia* sehr bald, außer der localen Retraction, eine allgemeine Extension der Füßchen ein, weil die Erregung von $s_{n}v$ durch g_{n} und g_{r} weiter centripetal nach *C* geht und daselbst in den sensorischen und motorischen Ganglienzellen *g* in einen centromotorischen Impuls für die Ampullarnerven *mE* umgesetzt wird. Dieser geht in die *E*-Bahnen und bewirkt Contraction der Ampullen, somit Füllung, Schwellung, Extension der Ambulacralfüßchen.

Alle diese mit den physiologischen Befunden von mir und den histologischen von HAMANN im Einklang stehenden Annahmen gelten ebenso für die centrale, dorsale und ventrale, starke und schwache, Reizung *mutatis mutandis* ohne Hilfshypothesen, da für die irradiirende Retraction nach centro-ventraler Reizung die Bahnen *mR*, für die Extension vom Centrum aus die Bahnen *mE* verfüglich sind. Es ist aber wegen der Kleinheit der Ganglienzellen und der technischen Schwierigkeiten, welche die Isolirung der nervösen Elemente des Nervenringes und Radialmarks bei Asteriden bietet, nicht wahrscheinlich, dass die physiologischen Postulate von der mikroskopischen Untersuchung sich bald als morphologisch vollkommen zutreffend werden erweisen lassen. Mehr ist von feinerer Localisirung des Reizes an großen Seesternen, und zwar des mechanischen (mit Insectennadelspitzen) zu erwarten.

Das Sich-anheften.

Der Mechanismus des Ansaugens der Pedicellen am Boden, an Felsen oder an beweglichen festen Körpern im Wasser ist durch die histologischen Untersuchungen von HAMANN klar geworden und wahrscheinlich für alle Asteriden derselbe, wie ihn R. SEMON (Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, 16. Bd. 1883. p. 595, Taf. 26 Fig. 14) für Holothurien beschrieben hat.

Digitized by Google

Beginnt *Asterias, Echinaster, Luidia, Ophidiaster* sich anzuheften, so werden zuerst mehrere Pedicellen stark extendirt und schon während der Füllung derselben mit Wasser vom Wassergefäß die Endplatte mit dem muskelfreien Ringwulst gegen die Wand — eine Glasplatte eignet sich am besten zur Beobachtung — gedrückt. Jetzt zieht sich durch Contraction der longitudinalen Muskelfasern in der Wandung des terminalen Wassergefäßes die Endplatte zurück, während der überstehende Rand luftdicht an der Wand haften bleibt, da er nicht mit zurückgezogen wird, während die Platte wie ein Stempel in einer Spritze zurückgeht und der Wasserdruck sammt dem Luftdruck von außen auf das Füßchen wirkt. Es entsteht also ein kleiner luftleerer oder luftverdünnter, mit Wasserdampf erfüllter Raum am Ende des Saugfüßchens, dessen Grenzen man namentlich bei *Luidia* und *Asterias glacialis* mit bloßem Auge durch die Glaswand hindurch leicht erkennt. Begrenzt ist derselbe durch die Glaswand (oder den festen Körper, dem der Seestern adhärirt), die dieser parallele Endplatte oder Saugplatte und den diese umgebenden Rand (den »Hautwall«, »Ringwulst« oder »peripheren Epidermiswall«). So fest saugt sich *Asterias* auf diese Weise an, dass man bei frischen Exemplaren nicht ohne Zerreißung der Füßchen das Thier von der Haftfläche abnehmen kann, wenn man es nicht vorher durch mechanische Reizung — Klopfen, Hin- und Herschieben oder Schütteln —, durch verdünnte Säuren, warmes Wasser oder elektrische Schläge zur Entspannung veranlasst hat. Die letztere kommt dadurch zu Stande, dass das Wasser im Wassergefäß von innen gegen die Endplatte vorgestoßen wird, so dass der leere Raum verschwindet und nun das Saugfüßchen, im Inneren demselben Drucke wie von außen ausgesetzt, nicht mehr adhärirt.

Den Beweis für die Richtigkeit dieser Darstellung liefert ein einfacher Versuch, den ich oft mit *Asterias glacialis* anstellte. Lässt man diese im Wasser an eine große Glasplatte sich anheften, indem man sie darauf legt, so kann man nach 1 bis 2 Minuten Platte und Thier herausnehmen und umkehren, ohne dass letzteres abfällt. Die Füßchen werden durch das Gewicht des Thieres enorm gedehnt, können aber Anfangs nicht leicht abgelöst werden, weil das Wasser vom Thiere fortwährend abtropft und der Luftdruck, der Entspannung entgegenwirkend, wegen der Dehnung der Pedicellen nicht mehr überwunden werden kann. Daher bleibt das Thier in der Luft mit der Dorsalseite nach unten mehrere Minuten hängen (auch über eine Viertelstunde), so lange die erforderliche Anzahl Saug-

Digitized by Google

füßchen — oft nur noch ein halbes Dutzend — haftet. Schließlich versagen die letzten wahrscheinlich durch beginnende Austrocknung und die sich summirende Wirkung des Zuges, welche um so mehr zunehmen muss, je mehr Füßchen nach und nach versagen. Neue werden zwar unvollständig ausgestreckt, können sich aber nicht ansaugen, weil fortwährend Wasser abtropft, die Wassergefäße also nicht mehr genug enthalten, um die Füßchen gegen die Glasplatte zu stemmen. Drückt man das Thier absichtlich von unten gegen die horizontale Glasplatte, so kann es daher nur Anfangs noch einige neue Füßchen vorübergehend anheften, ein Beweis, dass es nicht allein sein in der Luft relativ größeres Gewicht ist, welches die Anheftung erschwert. Doch steht dieses in erster Linie, denn auch die frische, wasserreiche *Asterias* saugt sich nur dann leicht an Glasplatten in der Luft fest, wenn sie auf dieselben gelegt wird. Im Wasser findet aber in jeder beliebigen Lage und Stellung die Anheftung leicht statt, weil der Unterschied des specifischen Gewichtes des Thieres und des Wassers nur klein sein kann.

Der beschriebene Versuch zeigt auch, wie groß die Kraft der Pedicellen sein muss, da so wenige im Stande sind, in der Luft das ganze Thier zu halten. Wiegt es z. B. 250 g und haften noch 5 Füßchen an jedem Strahle, so kommen 10 g auf jedes; da aber auch 2 Füßchen an jedem Strahle noch eben den Körper tragen können, so kommen 25 g auf jedes.

Man kann auch die Kraft, mit welcher die Füßchen sich unter Wasser ansaugen, dadurch messen, dass man Kork dorsal an die Radien befestigt und zusieht, in welcher Tiefe unter dem Wasserspiegel die Anheftung dann versagt. Dasjenige Gewicht, welches das Emporsteigen desselben Korkstückes aus derselben Tiefe eben verhindert, entspricht dann annähernd jener Kraft. Der Ausführung solcher Versuche steht aber die Eigenschaft der Seesterne entgegen, vermöge der sie ihren Standort meistens verlassen, wenn (z. B. durch Anbringen von Kork an der Dorsalseite) ein Zug nach oben ausgeübt wird. Es war eine Ausnahme, dass einmal eine große *Asterias glacialis*, welcher ich je ein Korkstück an dem Ende jedes der 5 Radien mit je einem Kautschukring angebracht hatte, und welche ich dann mit der Ventralseite oben schweben ließ, nachdem sie an die Wand getrieben war und sich daselbst angeheftet hatte, durch weiteres Anheften unter Wasser es successive dahin brachte, mitsammt den 5 Korkstücken abwärts zu kriechen und schließlich, mit dem Rücken *oben*, in einer Ecke des Bassins auf dem Boden sich über

Digitized by Google

Nacht zu halten. Die Korkstücke waren zu klein im Verhältnis zur Masse des Thieres.

Dass unter allen Umständen beim Anheften der Füßchen, sowohl im Wasser, als auch in der Luft, Wasser in denselben verbleiben muss, sie somit nicht im völlig retrahirten Zustande sich ansaugen können, ergiebt sich aus dem Vorigen und den Beobachtungen von HAMANN und SEMON an Holothurien von selbst. Das folgende nach den Schnitten beider Forscher entworfene Schema dient zur Veranschaulichung auch bei Asteriden.

W ist das Lumen des Wassergefäßes, *M* die musculöse Wandung desselben, *B* Bindegewebe, *P* der Ringwulst, Hautwall oder muskelfreie periphere Epidermiswall, *H* die Epidermis, *E* die Endplatte, *R* der leere Raum, *G* die Haftfläche. Wenn nun alles Wasser aus *W* in der Luft abgetropft ist, wird *W* sichtbar kleiner und durch den Luftdruck von außen zwar *P* gegen *G* gedrückt, dieser Druck aber von dem Zuge (Gewicht des Thieres) schließlich übercompensirt. Dann haftet das Füßchen nicht mehr; es reißt förmlich schnellend ab. Wenn unter Wasser der Wasserdruck in *W* erheblich unter den Werth des Druckes außerhalb sinkt, also wenn *W* entleert wird, muss ebenfalls *R* verschwinden (wegen der Nachgiebigkeit von *P*), und wenn endlich derselbe über letzteren steigt, desgleichen, weil *E* sich dann vorschiebt, so dass in den beiden letzterwähnten Fällen das Füßchen nicht mehr haften kann. Es ist also eine genaue Regulirung des Druckes im Wassergefäßsystem nothwendig für das Ansaugen. Der Regulirungsmechanismus fungirt ohne Betheiligung des centralen Nervenringes, da nicht nur, wie KRUKENBERG bemerkte, mit und ohne Basalansatz isolirte, sondern auch kleine periphere Radienstücke von *Asterias* sich von selbst fest an den Marmorboden und an Glas anheften, wie das von allen Strahlen abgetrennte Centrum (auch für *Luidia* gilt beides). Jedoch scheint, wenigstens bei *Asterias glacialis*, ein Radius mit seinem Antheil am Centrum, und noch mehr mit diesem und einem Nachbarcentrum, d. h. ein unicentrischer und ein bicentrischer Radius (Fig. 21, p. 100) isolirt, fester und anhaltender unter Wasser einer Glasplatte anzuhaften, als ein acentrischer, d. h. ein ohne irgend ein Stück des centralen Nervenfünfecks abgeschnittener. Der bicentrale isolirte Strahl ist darin auch dem unicentralen überlegen. Offenbar fehlt dem acentralen die nur

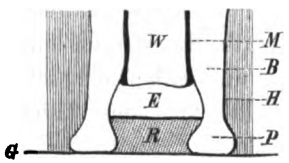


Fig. 8.

Digitized by Google

vom Centrum stammende Coordination beim gleichzeitigen Ansaugen vieler Füßchen, abgesehen von schädlicher Einwirkung des Aquariumwassers auf die Schnittfläche.

Auch am unversehrten Thier wird das Haftvermögen durch mancherlei Einflüsse beeinträchtigt.

Durch Erwärmung des Seewassers auf mehr als die (sehr seltene) maximale Temperatur des Wassers im Golf von Neapel, nämlich 27°, verliert sogar *Asterias* das Anheftungsvermögen. Zwar haften einzelne Individuen mit einem Theile ihrer Saugfüßchen noch fest bei 26,5 bis 28,5°, aber nur kurze Zeit, und bei 33,0 bis 34,5° nicht mehr. Schon unterhalb dieser Grenzwerthe versagt der Saugmechanismus bei *Asterina gibbosa* (31°), *Echinaster* (30°) und vollends bei *Luidia* (vgl. p. 63—72).

Auch die asphyktischen, im stagnirenden Wasser verweilenden Seesterne verlieren das Anheftungsvermögen, wie die Holothurien nach Semon, welcher den Eintritt des Erstickungstodes an dem Aufhören des Haftvermögens der Füßchen erkannte, z. B. bei *Holothuria tubulosa* und *Cucumaria Planci*.

Ferner wird das Haftvermögen bei allen Asteriden nach meinen Beobachtungen sehr schnell abgeschwächt und dann aufgehoben durch minimale Mengen von Nicotin, bei *Asterias glacialis* schon in einem stark verdünnten seewässerigen Infuse von Cigarrentabaksblättern.

Überhaupt können alle chemischen Reizmittel, namentlich verdünnte Säuren, wenn sie die Saugfüßchen selbst treffen, diese des Vermögens sich festzusaugen, berauben.

Abgesehen von diesen die Gewebe direct schädigenden Einflüssen kommt für die Bethätigung des Haftvermögens noch die Beschaffenheit der Haftfläche in Betracht. Im Allgemeinen findet das Ansaugen um so leichter — mit fast allen Saugfüßchen — statt, je glatter die Fläche, also sehr leicht an einer Glasscheibe, gleichviel ob sie feststeht oder im Wasser suspendirt ist. Auch an einem winzigen Stück Holz oder Kork, ja an einem dünnen Kautschukring und sogar an einem Draht- oder Bindfadenende, die an Kork befestigt im Wasser hängen, saugt sich *Asterias glacialis* mit merkwürdiger Leichtigkeit und Ausdauer fest, ohne diese flottirenden Gegenstände zu verlassen, ehe sie mit ihnen passiv an eine Wand getrieben ist und mit einem Strahle an dem festen Körper fest adhärirt. Verhindert man diese Annäherung, so bleibt sie tagelang an dem Korke schwimmend haften,

Digitized by Google

ohne sich jemals fallen zu lassen. Sowie die langen Tentakel am Ende der Radien aber nur einen Augenblick mit der Wand oder einem größeren schwimmenden Korkstück oder Holzspahn oder dem eingetauchten Finger in Berührung gekommen sind, heften sie sich fest und vermitteln oft in weniger als einer Viertelstunde die Übersiedlung durch Nachziehen der übrigen Saugfüßchen. Hierbei entfaltet *Asterias* einen erstaunlichen Gleichgewichtssinn und eine an die Turnkünste der Affen erinnernde, auch bei *Uraster* von ROMANES constatirte, Geschicklichkeit im Gewinnen des festeren Haltes. Dabei sah ich niemals eine *Asterias* fallen, selbst wenn 1 oder 2 Radien vorher abgeschnitten worden waren.

Es kann auch, jedoch selten, geschehen, dass ein Seestern sich an einen anderen festheftet. So sah ich wie ein *Echinaster* mit einem Radius vertical an eine Glaswand und mit zwei Radien an einen an derselben bereits adhärirenden *Chaetaster* sich anheftete; ein Radius des letzteren haftete vertical am Glase, ein anderer war horizontal frei umgebogen; an diese beiden heftete *Echinaster* seine beiden freien Radien und hielt sich daran fest.

Dagegen habe ich niemals bemerkt, dass ein Seestern sich mit einem Strahl an einen anderen seines eigenen Körpers anheftete. Isolirte Radien habe ich nicht dazu bringen können, dass sie sich an einander oder an die Thiere, von denen sie abgelöst waren, anhefteten. Die Saugfühler werden zwar ausgestreckt, aber nach Bewegungen, welche wie Tastbewegungen aussehen, anderswohin aufs Neue extendirt, bis eine passende Haftfläche gefunden ist; jedenfalls eine merkwürdige und sehr zweckmäßige noch zu erklärende Reflexhemmung. Man kann sich vorstellen, dass die periphere Erregung der sensorischen Pedicellennerven durch die Berührung des Nachbarradius zu oft im Leben des Stammes sich als schädlich erwies, wenn Ansaugen darauf folgte, und nach und nach immer mehr unterblieb. Denn ich habe stets gefunden, dass Asteriden mit ihren Tentakeln zwar ungemein eifrig fremde Körper, nicht aber den eigenen berühren, und wenn man sie dazu zwingt, sich schleunig wieder ausstrecken, so dass kein Theil den anderen berührt, falls es nicht zur Befreiung aus einer Zwangslage vorübergehend nothwendig wird.

Das Kriechen.

Durch die große Anzahl, das Haftvermögen und die Beweglichkeit ihrer Ambulacralfüßchen sind die Asteriden befähigt, in ver-

Digitized by Google

schiedener Richtung auf horizontaler Fläche zu kriechen und verticale Flächen hinaufzuklettern, falls der Saugmechanismus der Füßchen nicht rudimentär geworden oder die Füßchen der Radien überhaupt zurückgebildet sind. In diesem Falle, bei Ophiuren, vermitteln die Strahlen als solche die Locomotion, was auch für die Crinoiden gilt, während bei den Asteriden den Ambulacralfüßchen die locomotorische Function zufällt. Die Art der Vorwärtsbewegung ist demnach bei den eigentlichen Seesternen eine ganz andere, als bei den Schlangen- und Haarsternen. Jene kriechen und klettern ohne Unterstützung verticale Glaswände hinauf, schwimmen und springen aber niemals, obwohl sie vielerlei an akrobatische Kunststücke erinnernde äquilibrirende Bewegungen ausführen; die Ophiuren dagegen können nicht ohne Unterstützung und dann nur schlecht klettern, auch nicht schwimmen, aber viel schneller, als die Asteriden, durch Anstemmen, Vorschieben und Nachziehen ihrer Radien sprungweise vorwärts gehen, während die Crinoiden durch alternirendes Heben und Beugen, Senken und Strecken ihrer Radien nach oben und unten, ohne Raddrehung oder Wälzung nach links, rechts, vorwärts und rückwärts horizontal schwimmen können. Sie vermögen aber ebensowenig wie die Ophiuren ohne Unterstützung eine ganz glatte Fläche vertical emporzuklettern, so leicht es ihnen ist, an rauhen Felswänden hinaufzusteigen und sich an langen Zweigen im Wasser zu halten. Sie schreiten auf horizontalen Flächen vorwärts, indem sie alternirend links und rechts von der Richtung ihrer Locomotion einen Radius vorschieben, was wegen der Länge der Radien eine starke Beugung derselben benöthigt.

Was nun zunächst das Kriechen der Seesterne betrifft, so scheint es mit unwesentlichen, durch morphologische Verschiedenheiten bedingten Modificationen bei sämmtlichen von mir beobachteten Arten in derselben schon von TIEDEMANN richtig beschriebenen Weise vor sich zu gehen. Die mit Wasser vom Wassergefäßsystem gefüllten Pedicellen werden in der Richtung der Ortsänderung vorgestreckt und an den Boden geheftet, der Körper wird nachgezogen und dann die Einziehung der Füßchen bewerkstelligt; sogleich aber werden dieselben wieder extendirt und vorgeschoben und dieses Manöver wird wiederholt (so dass beim Vorrücken ein Theil der Pedicellen in der Extension, ein anderer in der Retraction begriffen ist), bis ein unübersteigliches Hindernis oder eine andere Hemmung zum Stillstand oder zur Richtungsänderung nöthigt.

»Auf einer ebenen Fläche bewegten sich die Seesterne ziemlich

Digitized by Google

schnell; ihre Bewegungen aber wurden langsam, wenn ich auf den Boden des Gefäßes einige Steine gelegt hatte, über welche sie fortschreiten mussten«, bemerkte TIEDEMANN richtig. Weicht der Seestern dem Hindernis aus, statt es zu übersteigen, so dreht er sich in der Regel nicht etwa um seine verticale Achse, er macht keine Raddrehung, sondern er ändert nur die Richtung der Extension seiner Füßchen, welche ihre pendelnden Bewegungen stets, so lange die Richtung der Vorwärtsbewegung constant bleibt, in einer durch diese gelegten verticalen Ebene ausführen. Nur die Tentakel am Ende der Radien und vielleicht die unmittelbar den Mund umsäumenden werden, während des Marsches, nach allen Richtungen bewegt, als wenn sie tasteten wie der Blinde mit seinem Stock. TIEDEMANN, in dessen trefflicher Abhandlung (s. oben p. 33) ich denselben Vergleich finde, sagt ausdrücklich: »Mittels der beim Fortschreiten nach vorn bewegten Tentakeln exploriren die Seesterne den Weg, den sie einschlagen, sowie die Gegenstände, welche ihnen aufstoßen.« Durch letztere, d. h. die Eindrücke, welche sie machen, indem sie die Tentakelnervenenden erregen, wird die Richtung unzweifelhaft wesentlich bestimmt. Dabei wird die augentragende Spitze mehrerer, oft aller Strahlen etwas nach oben gewendet. Doch ist es nicht richtig, dass allemal diese Umbiegung bei dem in der Marschrichtung zuerst fortschreitenden Radius vorhanden sei, wie HAMANN (p. 171, 177 a. a. O., s. oben p. 35) meint. Ich habe wiederholt *Astropecten pentacanthus* und andere Arten vorwärts schreiten sehen, welche nur die Spitzen der seitlichen Radien nach oben ein wenig umbogen. Im Allgemeinen trifft indessen die Angabe zu, dass die Fühler mit den auf der Ventralfläche gelegenen Augen nach oben gehalten werden, so dass die Augen nicht mehr nach unten sehen.

Die Locomotion des *Astropecten aurantiacus*, welche ROMANES ganz richtig mit einem Gehen auf Stelzen vergleicht, weicht insofern von der der *Asterias* ab, als das Ansaugen an den Boden, und damit das Nachziehen des Körpers, wegen der Rückbildung oder mangelhaften Ausbildung des Saugapparates der Pedicellen durch ein Heben und — nach der plötzlichen Entleerung und Einziehung der letzteren eintretendes — jähes Niedergehen des ganzen Thieres ersetzt wird, wobei aber ebenfalls die Coordination der vielen Hundert vollkommen gleichsinnig arbeitenden Füßchen bewunderungswürdig ist.

Noch mehr tritt diese hervor bei der beweglicheren *Luidia*, welche längere Füßchen hat und wie *Astropecten* in der Luft auf

Digitized by Google

dem Tische, jedoch wegen der größeren Muskelarbeit langsamer, als im Wasser, einherschreitet. Dass dabei, ebenso wie es schon TIEDEMANN für *Astropecten* angiebt, die Ampullen sich füllen, wenn die Pedicellen sich entleeren und umgekehrt, ist nicht zu bezweifeln, die Geschwindigkeit, mit der dieses Wechselspiel abläuft, besonders bei den großen oft im Wasser auf dem Boden förmlich laufenden Individuen, merkwürdig.

Außerdem kann auch hier in jedem Augenblick ohne Raddrehung die Richtung der Füßchenextension geändert werden, so dass die Progressionsrichtung eine andere wird. Diese Thatsache und die, dass die Füßchen beim geradlinigen Fortschreiten des ganzen Thieres fast alle (bis auf die peripheren tastenden Tentakelfüße) nur nach vorwärts und rückwärts weisen, somit in jedem Augenblick in jedem Strahle einen anderen Winkel mit der Längsachse des Strahles bilden, ist ein neuer Beweis für die weitgehende Coordination und centrale Beherrschung der Innervirung jedes Füßchens. Eine solche Leistung ist nur möglich durch ein schon hoch differenzirtes Muskel- und Nervensystem und lässt ein fein ausgebildetes Muskelgefühl voraussetzen; denn es tritt bei der Änderung des Zieles nicht nothwendig eine Torsion der Füßchen ein, welche auch hierin den Stelzen ähnlich bewegt werden.

Das Schema (Fig. 9 und 10) veranschaulicht diese Beweglichkeit und Dirigirbarkeit der *Luidia*-Füßchen:

Fig. 9 stellt einen *Luidia*- oder *Asterias*-Strahl von oben vor. Ein- und dasselbe Füßchen kann mit der Längsachse des Strahles schnell nach einander die Winkel von 0 bis 45°, von 45 bis 90°, von 90 bis 135°, von 135 bis 180° linksherum wie rechtsherum bilden. Dadurch wird es verständlich, wie die Seesterne, ohne sich zu drehen, nach jeder beliebigen Richtung horizontal fortschreiten und jeden Augenblick ihre Richtung, ohne sich zu drehen, ändern können, wie es Fig. 10 für *Luidia* erläutert. Es können alle Windrichtungen (hier *N, NO, O, SO, S, SW, W, NW*) nicht allein der Reihe nach rechts- und linksherum sofort eingeschlagen werden, sondern es kann auch sprungweise beliebig von irgend einer zu irgend einer anderen der Übergang stattfinden.

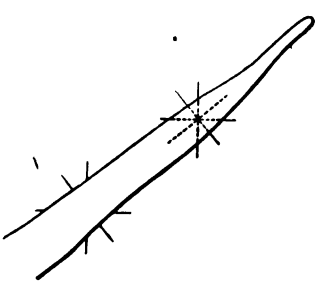


Fig. 9.

Digitized by Google

Die Geschwindigkeit der auf diese Weise vor sich gehenden Locomotion ist zwar im Vergleiche zu der schwimmender Fische eine geringe, im Verhältnis zu dem überall nur mit sehr kleinen Muskeln versehenen Bewegungsapparat aber immer noch überraschend groß, besonders bei *Luidia*.

Uraster rubens kriecht auf horizontaler Fläche in der Minute 5 bis 8 cm im Wasser, *Astropecten aurantiacus* ungefähr $2^1/_2$ cm in der Luft, aber zwischen 30 und 60 cm im Wasser (nach ROMANES). Ich sah *Astropecten pentacanthus* ebenso schnell vorwärts kommen, *Luidia* jedoch viel schneller. *Astropecten subinermis* dagegen ist

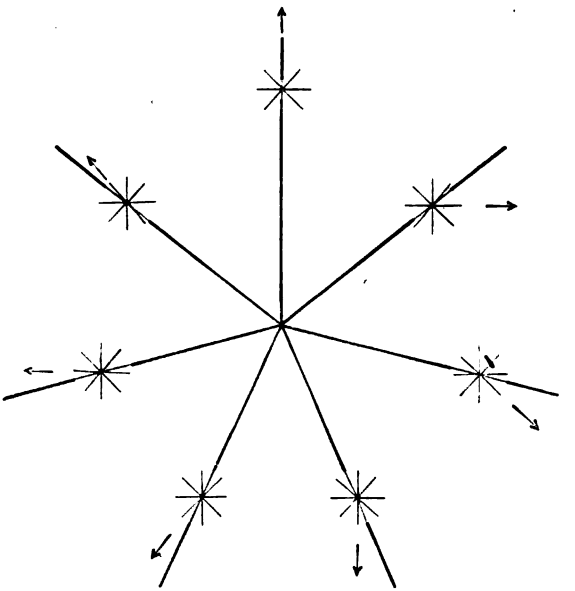


Fig. 10.

träger. *Asterias glacialis*, obwohl sich niemals so schnell bewegend wie *Luidia*, ersetzt den Mangel an langen Füßchen durch eine größere Zahl, da sie 4 Reihen in jeder Furche hat. Doch sah ich sie in locomotorischer Hinsicht nicht soviel leisten wie *Astropecten*. An verticaler Glaswand legte eine gigantische *Asterias glacialis* nach Reizung mit Schwefelsäure horizontal nur etwas über 10 cm in 1 Minute zurück. Am langsamsten sind die Seesterne mit verbundenen Strahlen, namentlich *Palmipes*, auch die kleine *Asterina gibbosa*, welche zwar oft, aber langsam den Platz wechselt; *Asterina Panceri* ist flinker.

Digitized by Google

Alle Seesterne kriechen auch dann noch in der beschriebenen Weise umher, wenn sie durch ausgedehnte Hautablösungen, Abtrennungen einzelner oder aller Radien, locale Quetschungen, Schnitte, Reizversuche und Vergiftungen geschädigt sind, vorausgesetzt, dass ihnen eine zur Locomotion hinreichende Anzahl von Pedicellen mit dem zugehörigen Nerv-Muskelapparat verbleibt. Ein sehr großer *Astropecten* kroch nach Abtragung seines centralen dorsalen Integuments und eines Strahles ebenso weiter, als wenn nichts geschehen wäre, *Asterias* nach dem Ablösen aller Radien desgleichen. Was aber ROMANES für *Uraster* fand, dass die Durchtrennung des centralen Nervenrings mittels radiärer Schnitte *a* (Fig. 15 p. 94) oder des Radialmarks mittels basaler und peripherer transversaler Schnitte *c* (ebenda) die Locomotion verzögert und uncoordinirt macht, gilt ebenso für *Asterias* und *Astropecten*. Auch die einzelnen Radien kriechen vorwärts und rückwärts, jedoch ziellos, wenn sie ohne ein Stück der Centralscheibe abgetrennt wurden. VULPIAN bemerkt, dass bei *Uraster* die Bewegung nur selten von der Spitze zur Basis, meistens von der Basis zur Spitze verlaufe. Ich habe jedoch bei *Asterias glacialis* beide Richtungen häufig constatirt, wie ROMANES für *Uraster*, dessen isolirte Strahlen er auch ebenso schnell kriechen sah, wie das ganze Thier.

Es ist zu verwundern, dass ein so guter Beobachter wie TIEDEMANN dieses übersah und erklärt, die abgetrennten Stücke äußerten noch lange Zeit nach der Abtrennung Empfindlichkeit und Contractilität, aber es fände kein Fortschreiten der einzelnen Stücke statt. Bei *Astropecten* geschieht es allerdings in der Regel nicht so bald wie bei *Asterias*, deren mit und ohne Basaltheil isolirte Radien und Radienmittelstücke auch KRUKENBERG (1881) sich noch tagelang fortbewegen sah.

Aus dem Umherkriechen kleiner resecirter Stücke von *Asterias glacialis* und *tenuispina* folgt, dass zur Locomotion schlechthin der centrale Nervenring nicht erforderlich ist, aus der dann mangelhaften Coordination und öfters von mir bemerkten Trägheit aber, dass die Coordination nur durch das Centrum perfect wird.

Bei Ophiuren zeigt sich diese Abhängigkeit der Peripherie vom Centralorgan noch deutlicher.

Ohne Centraltheil abgetrennte Radien der Ophioglyphen, Ophiomyxen und Ophiodermen kriechen überhaupt nicht — wegen Mangels an Pedicellen — sie winden sich nur schlangenförmig, aber uncoordinirt, und die von allen 5 Radien befreite Scheibe kriecht nur lang-

Digitized by Google

sam von der Stelle im Vergleich zu der großen Geschwindigkeit, mit der sie im intacten Thier vorwärts bewegt wird. Der mit dem zugehörigen Centraltheil durch die radiären Schnitte *a* und *b* (Fig. 14) isolirte *Ophioderma*-Strahl kann aber, wie auch KRUKENBERG wahrnahm, nachdem erAnfangs ungeordnete Bewegungen ausgeführt hat, wie der vierstrahlige Rest des Thieres sich windend von der Stelle bewegen, während der (wie die 4 Strahlen in Fig. 13) basal abgeschnitene Radius desselben Individuums schnell abstirbt.

Die normale Locomotion der *Ophioglypha* geschieht in der Weise, wie sie ROMANES für den nordischen *brittle-star* beschrieb. Zuerst wird ein Radius in der Progressionsrichtung geradeaus vorgestreckt, während die beiden Nachbarradien geichzeitig sich ebenfalls vorschieben, aber nur um sogleich wieder mit den Spitzen an den Boden sich stemmend und die Scheibe hebend nach hinten umzubiegen, dann strecken sie sich wieder vor u. s. f. Der vierte und fünfte Strahl werden nur nachgeschleppt. Nicht selten sieht man aber bei *Ophioglypha* gleichzeitig zwei Radienpaare vorgeschoben werden und sich gleichzeitig

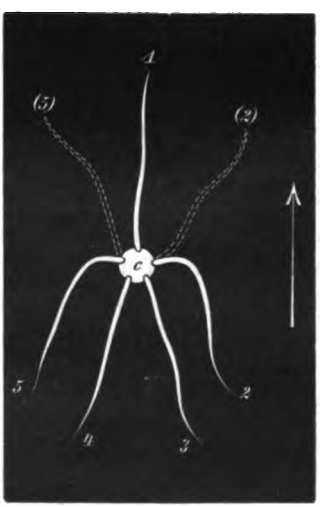


Fig. 11.

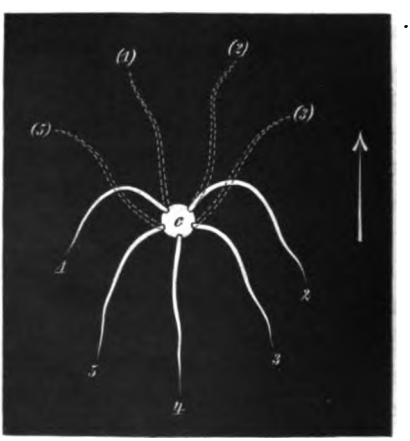


Fig. 12.

nach hinten umbiegen und gegen den Boden stemmen. Dann wird der fünfte Strahl allein nachgeschleppt und keiner kann als Taster dienen.

Die beiden Figuren veranschaulichen beide Arten der Progression für *Ophioglypha lacertosa*:

In Fig. 11 geht 1 zuerst vor, dann (5) und (2), während 3 und 4 ruhen, hierauf gehen gleichzeitig (5) und (2) in die Stellung 5 und

Digitized by Google

2 über, während *c* gehoben und mitsammt 1 nach vorn geschoben, das Radiuspaar 3 und 4 nachgeschleppt wird.

In Fig. 12 schiebt dasselbe Thier zuerst die Paare (1)(2) und (5)(3) vor, während 4 ruht, und biegt dann beide Paare nach hinten um, nur 4 nachziehend; *c* wird auch hier energisch gehoben und in der Richtung des Pfeiles vorgeschoben.

Die Fortbewegung geschieht also sprungweise; doch habe ich sie so ausgeprägt nur bei *Ophioglypha* gesehen. Die anderen Ophiuren scheinen wegen der im Verhältnis zum Durchmesser ihrer Scheibe viel größeren Radiuslänge überwiegend oder ausschließlich durch die Schlangenwindungen ihrer Radien und die dadurch herbeigeführte Reibung am Boden vorwärts zu kriechen. So *Amphiura*, *Ophiactis*, *Ophiothrix*, *Ophiomyxa*. Am nächsten steht die *Ophioderma* der *Ophioglypha* auch bezüglich der Geschwindigkeit (welche für letztere nach Romanes gegen 2 m in der Minute beträgt), dann *Ophiomyxa*. Beide können trotz der außerordentlichen Radiuslänge in ähnlicher Weise wie die *Ophioglypha* (nur weniger deutlich hüpfend) ruckweise vorwärts kommen, und zwar auch in der Luft auf dem Tische wie im Wasser, jedoch hier wegen des Gewichtsunterschiedes langsamer.

Alle Locomotionen, wie überhaupt alle coordinirten Bewegungen, erlöschen bei Ophiuren sofort, wenn man mit einer Nadel ohne Ver-

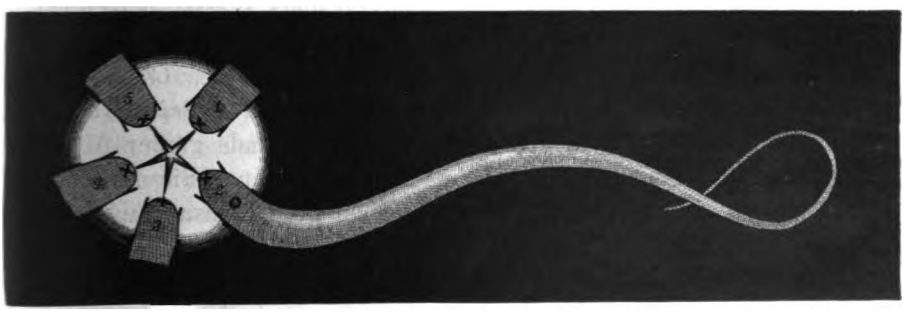


Fig. 13.

letzung des dorsalen Integumentes die 5 Ecken des centralen Nervenfünfecks, also die Anfangspunkte der 5 Radialstränge durchsticht, indem man die Nadel ventral gerade da einführt, wo die 5 Ecken der Mundöffnung auslaufen, bei den Kreuzen 1, 2, 3, 4, 5 der Fig. 13.

Dann kann das Thier nicht mehr wie früher vorwärts gehen, macht mit allen 5 Strahlen windende Bewegungen und kommt leicht auf den Rücken zu liegen. Eine so »enthirnte« *Ophioderma* kann

Digitized by Google

nicht einmal in der gewöhnlichen Stellung horizontal liegen bleiben, zwar noch, wenn 1, 2, 3 oder 4 Radien kurz abgeschnitten wurden (wie in Fig. 13), durch Windungen des letzten Radius den Platz wechseln, aber nicht coordinirt geradlinig, sowenig wie die abgetrennten Radien.

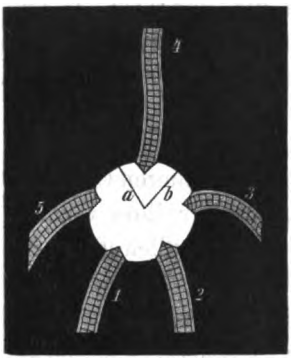


Fig. 14.

Wird dagegen an der unversehrten Ophiure durch 2 radiäre Schnitte *a* und *b* ein Radius von den anderen physiologisch separirt, wie in Fig. 14 angedeutet ist. dann kann die Locomotion ziemlich so vor sich gehen wie vorher, indem der nicht mehr dabei betheiligte Radius 4 nachgeschleppt wird.

Das Nervencentrum ist also nothwendig für die Locomotion, ein Theil kann aber in dieser Weise ausgeschaltet werden, ohne sie erheblich zu stören.

Das Klettern.

Durch die eigenthümliche Art der Ansaugung an festen Körpern, und die dadurch ermöglichte Locomotion, sind die Asteriden im Stande vollkommen verticale, glatte Flächen unter Wasser meterhoch emporzuklimmen und sich oben stundenlang anzuheften.

So habe ich häufig *Asterias*, *Luidia*, *Echinaster*, *Chaetaster*, *Ophidiaster*, *Astropecten pentacanthus* und *bispinosus*, *Asterina gibbosa* und *Panceri*, *Palmipes* die perpendiculären Glaswände großer Aquarien hinaufklettern und sich oben festhalten sehen. Sie kommen in derselben Weise sich successive an neuen Stellen ansaugend, fast wie bei der gewöhnlichen horizontalen Locomotion, nur langsamer, wieder herab, und zwar auch dann, wenn ihnen einige Radien abgeschnitten worden sind. Die geringere Geschwindigkeit ist durch die Nothwendigkeit eine große Anzahl Pedicellen zum Festhalten zu verwenden, bedingt, während andere sich extendiren und retrahiren.

Auch an dünnen Stäben, Drähten, und Fäden, welche kaum den Durchmesser einer Ambulacralfurche haben, klettern *Asterias*, *Asterina*, *Ophidiaster* leicht empor und halten sich daran fest.

Besonders die (oben p. 36) erwähnte Stellung sieht man in großen Behältern häufig bei *Echinaster*, *Asterias glacialis* und *tenuispina*, *Luidia*, *Astropecten*, *Ophidiaster*, wobei, wie es auch Romanes

Digitized by Google

bei *Uraster* sah, die Mehrzahl der Radien mit der Ventralseite nach oben frei unter dem Wasserspiegel sich befinden kann, ein für die Anstellung zahlreicher physiologischer Versuche unschätzbarer Umstand, da das Thier ohne Umlegung, ohne Berührung, gereizt und genau beobachtet werden kann. Es macht nicht selten, ohne künstlich gereizt worden zu sein, wahre Turnübungen, besonders die 7-, 8- oder 9-strahlige *Asterias tenuispina*, beim Abwechseln der 3 oder 4 noch zum Haften verwendeten Radien. Aber auch *Astropecten aurantiacus* muss ich den kletternden Seesternen zuzählen. obwohl er sich nur schwer anheftet. Denn ich sah ein frisches Exemplar mittlerer Größe an ganz glatter concaver Glaswand vertical emporklettern und sich mehrere Centimeter über dem Boden halten, und ein anderes sehr großes Exemplar sah ich ebenfalls einige Centimeter über dem Boden an eine zwar nicht ganz glatte, aber fast senkrechte Felswand sich anheften und daselbst trotz des großen Gewichts halten. Oft sieht man *Astropecten* nur auf zwei Radienenden gestützt an glatten verticalen Glaswänden haften, ohne dass er freilich an diesen emporsteigt und sich an ihnen ohne Stütze hält, wie *Astropecten pentacanthus*. Jedenfalls kann *A. aurantiacus*, wie ROMANES bemerkt, deshalb nur schlecht klettern, weil seine Füßchen sich nur unvollkommen anzusaugen vermögen. Nichtsdestoweniger kann dieses Thier in mannigfaltiger Weise wie ein Akrobat, z. B. auf Kork oder auf einer kleinen im Wasser hängenden Glasplatte, sein Gleichgewicht behaupten. *Asterias* leistet aber darin begreiflicherweise mit seinem sehr leistungsfähigen Saugapparat und seinen vier Füßchenreihen in jedem Strahle viel mehr.

Selbst nach der Ablösung zweier oder dreier Radien bleibt *Asterias glacialis* an einer vertical mitten im Wasser aufgehängten Glasplatte haften und klettert überall auf derselben umher, bei Tage und bei Nacht, desgleichen auf einer schwimmenden Korkplatte, an der sie schließlich ruhig haften bleibt, falls man deren Annäherung an einen festen Körper verhindert.

Diese erzwungene Ruhe ist durchaus nicht der angeborenen Sesshaftigkeit vieler Echinodermen (*Luidia* und *Astropecten*, auch *Comatula*) zuzuschreiben, vermöge welcher sie z. B. mehrere Tage und Nächte ohne Unterbrechung, oft halb im Kies eingescharrt, an einer und derselben Stelle verharren. Denn sowie im vorliegenden Falle Gelegenheit zum Ortswechsel gegeben ist, wird sie benutzt (p. 83), und auch die an steiler, fester Glaswand hoch über dem Boden haftenden Asteriden bleiben daselbst niemals längere Zeit.

Digitized by Google

Dasselbe gilt für isolirte mit und ohne die zugehörigen Centrumantheile abgetrennte Radien. Solche von *Asterias glacialis* und *tenuispina*, von *Ophidiaster*, von *Luidia*, auch (nach ROMANES) von *Uraster* abgelöste Strahlen klettern gerade so glatte verticale Glasflächen empor, wie die unversehrten Thiere und wie die von den Radien ganz befreite Scheibe. Dabei fand ich, dass die mit Centrum (Fig. 15 *a*) wie die ohne (Fig. 15 *c*) abgeschnittenen Radien hinauf- und hinabklettern bei *Luidia*, *Asterias*, *Ophidiaster* u. z. bald mit dem Basalende, bald mit dem Tentakelende vorn. Auch klettern solche Stücke am schwimmenden Kork oft lange Zeit herum, wenn sie von frischen lebenskräftigen Individuen stammen und vorher keiner Schädlichkeit ausgesetzt wurden.

Fig. 15.

Aus diesen Thatsachen folgt, dass man Seesterne durch Durchschneiden der Radialstränge in verschiedener Weise verstümmeln kann, ohne dass sie ihr Klettervermögen verlieren, da die einzelnen Stücke klettern. Für *Uraster* muss dasselbe gelten, da er, wie ROMANES fand, noch klettert, wenn allen 5 Radien das Radialmark in der Mitte durchtrennt wurde. Aber bei meinen viel weiter getriebenen Durchschneidungen und Resectionen mit Verletzung des Centrum klettert *Asterias* ebenfalls, nur nicht mehr coordinirt.

Bei Ophiuren kann schon wegen des Mangels an Füßchen an den Radien, wegen der geringen Anzahl derselben an der Scheibe und wegen des mangelhaften Anheftungsvermögens, von einem Klettern ohne Unterstützung keine Rede sein. Sowie aber eine fast lothrechte Felswand, eine unebene steinerne Fläche von ihnen erreicht wird, machen sie oftmals erfolgreiche Versuche, und die kleineren Arten, die Amphiuren, auch *Ophiothrix*, können durch Adhäsion ihrer langen sich unermüdlich windenden Strahlen bedeutende Höhen erreichen, und die größeren, namentlich *Ophiomyxa* und *Ophioderma*, klettern häufig aus flachen Schalen über die steilen Ränder hinüber auf den Tisch oder auf die Außenseite, von der sie dann herabfallen, sowie der hakenförmig über den Rand gebogene, den letzten Halt gewährende Radius versagt.

Ferner sah ich noch eine eigenthümliche Methode des Kletterns bei *Ophiomyxa*, und nur bei dieser, verwirklicht. Sie zwängt sich

Digitized by Google

mit ihrer weichen Scheibe zwischen zwei senkrechte Flächen — ein großes Becherglas nahe an der Wand — rückt mit 2 Radien die Scheibe hinauf, und bewirkt durch starke Reibung der 3 anderen und der Dorsal- und Ventralseite des Körpers eine mehrere Centimeter betragende Aufwärtsbewegung, so dass die Anfangs nur stützenden 2 unteren Radien mit emporgehoben werden können und nun das Thier sich buchstäblich festgeklemmt hat Beim Entfernen des Glases fällt es von der Wand ab.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass langstrahlige Ophiuren auch dadurch vom Boden mehrere Centimeter hoch an der Wand sich erheben können, dass sie bereits in verticaler Stellung befindliche Asteriden umwinden und, an deren nicht fest anhaftenden Radien sich haltend, senkrecht emporsteigen. So *Ophioderma* an *Chaetaster* (Fig. 16).

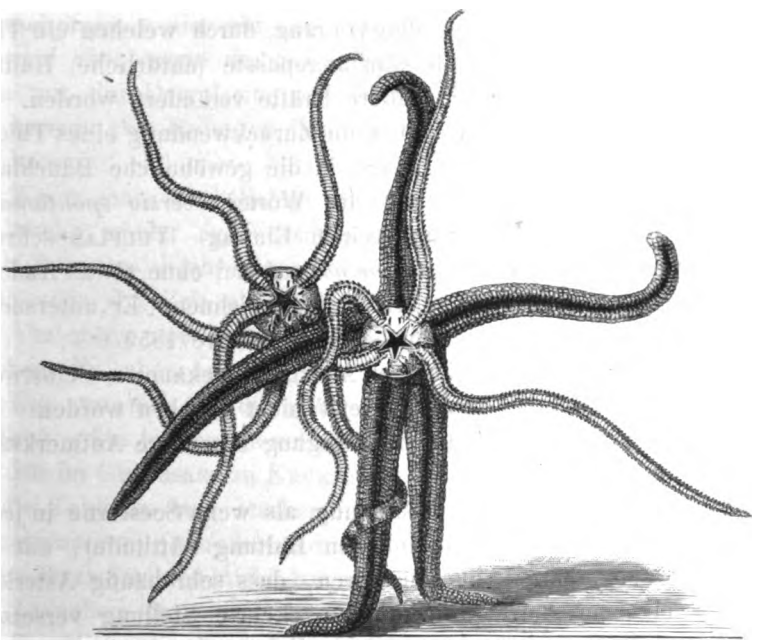


Fig. 16.

Die eine *Ophioderma* hat einen Radius um einen stützenden Radius des vertical an der Glaswand haftenden *Chaetaster* gewunden und steigt hinauf, die andere (nur vierstrahlig) ist bereits in ähnlicher Weise emporgeklettert, und wird förmlich von dem *Chaetaster* gegen die Wand gedrückt.

Digitized by Google

Die aus allen diesen Beobachtungen hervorgehende starke Tendenz der Seesterne und Schlangensterne nach oben kann nicht auf Luftmangel, Nahrungsmangel, Temperatur- oder Strömungs-Änderungen, auch nicht auf Lichtsucht zurückgeführt werden, denn das Emporklettern geschieht ebenso wo diese Gründe fortfallen. Wahrscheinlich veranlasst irgend eine Eigenthümlichkeit des Bodens oder gerade der Stelle desselben, wo das Thier sich befindet und welche zum Ansaugen oder zum längeren Verweilen ungeeignet geworden, zum Hinaufsteigen. Doch können auch Parasiten, welche ich oft in den Ambulacralfurchen bei *Luidia* u. a. fand, zur Flucht nach oben veranlassen, indem die durch diese bedingten Reize als von unten kommende dem horizontalen Boden zugehörig erscheinen könnten.

Die Selbstwendung.

Selbstwendung nenne ich den Vorgang, durch welchen ein Thier ohne fremde Unterstützung die ihm angepasste (natürliche) Haltung einnimmt, nachdem sie durch äußere Kräfte verändert worden. Im Besonderen bezeichnet der Ausdruck die Zurückwendung eines Thieres aus der ungewöhnlichen Rückenlage in die gewöhnliche Bauchlage. Die geburtshilfliche Verwendung des Wortes (*versio spontanea s. naturalis*) thut dieser Bedeutung keinen Eintrag. VULPIAN schreibt den Thieren eine *tendance à l'attitude normale* zu, ohne etwas Anderes als die Thatsache mit dieser Formel zu bezeichnen. Er untersuchte sie bei Fröschen und Seesternen bereits im Jahre 1859.

Eine Erklärung der schon im Alterthum bekannten Selbstwendung der Seesterne ist aber bis jetzt nicht gegeben worden. Ich habe daher dieser merkwürdigen Bewegung besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Zunächst ist, entgegen der Meinung, als wenn Seesterne in jeder Lage eine Tendenz zur gewöhnlichen Haltung (Attitude), mit der Dorsalseite oben, hätten, zu constatiren, dass sehr häufig Asteriden sich aus eigenem Antriebe in die umgekehrte Stellung versetzen, partiell und total (vgl. p. 36). Nicht allein verharrt *Asterias* stundenlang an der unteren Fläche schwimmender Korkplatten oder im Wasser horizontal aufgehängter Glasscheiben in der Dorsallage, sie wendet auch ohne obere Haftfläche das Centrum mit allen Radien in Gläsern von passender Größe nach oben, nur mit den Spitzen einiger Strahlen an der Wandung sich haltend. Eine 8-strahlige *Ast. tenuispina* kann sich mit 2 oder 3 Spitzen so halten, wie Fig. 17

Digitized by Google

zeigt. Die Mundöffnung liegt oben, dicht unter dem Wasserspiegel; 4 Radien sind frei. Auch *Asterina* wendet sich in langen horizontalen Glasröhren im Wasser beim Hin- und Herkriechen um und um, mit der Ventralseite bald oben, bald unten sich anheftend; und wenn bei der normalen Stellung die Röhre gerollt wird, bleibt sie unverändert haften.

Fig. 17.

Durch dieses Vermögen, ähnlich wie die Stubenfliege an der Zimmerdecke) in der Dorsallage zu kriechen und sich in ihr zu halten, wird die Selbstwendung in die Ventrallage als eine nicht unter allen Umständen erfolgende eingeschränkt. Sie tritt aber jedesmal ein, wenn der Seestern mit der Dorsalseite auf den horizontalen Boden zu liegen kommt.

Wenn man da beliebige Seesterne noch so oft umlegt, kehren sie immer wieder zur Ventrallage zurück, wie auch die Echiniden (nach ROMANES' leicht von mir bestätigter Beobachtung). Man muss schon sehr viel Zeit aufwenden, um durch häufige Wiederholung des Umlegens nur Spuren von Ermüdung wahrzunehmen, wie bei Fischen, Fröschen und Käfern.

Die von mir geprüften Arten verhalten sich in dieser Hinsicht ungleich. Am leichtesten vollziehen die Ophiuren die Selbstwendung, was ich im Gegensatz zu KRUKENBERG's Annahme, bei den Asteriden sei die Tendenz dazu stärker ausgeprägt, ausdrücklich hervorhebe. *Ophiomyxa* und *Ophioderma* drehen sich trotz der außerordentlichen Länge ihrer Strahlen nicht langsamer um, als *Ophioglypha*, und alle drei brauchen dazu nur ebensoviel Secunden wie *Astropecten* und *Asterias* Minuten. Bezüglich der einzelnen Arten fand ich, dass je größer ein Seestern ist, um so länger in der Regel seine Selbstwendung dauert, aber die trägen *Ophidiaster*, *Chaetaster* und *Astropecten subinermis* brauchen, auch wenn sie nur etwa 12 Centimeter Durchmesser haben, mitunter eine Stunde zu einer Umdrehung oder Umwälzung; *Astropecten aurantiacus* und *pentacanthus* können in einigen Minuten mit der Operation zu Ende sein, verwenden aber oft eine

Digitized by Google

Viertelstunde darauf, desgleichen *Palmipes* und *Asterias glacialis*, *Uraster* (nach ROMANES) $^1/_2$ bis 1 Minute. Die 7-strahlige *Luidia* und *Asterias tenuispina* sind gewöhnlich, letztere schon wegen ihrer Kleinheit, schneller gewendet, *Asterina* noch schneller, namentlich *Asterina Panceri*. Die Ophiuren *Ophioglypha*, *Amphiura (Chiajei)*, *Ophioderma*, *Ophiomyxa*, *Ophiactis* brauchen 4 bis 20 Secunden zur Selbstwendung, *Ophiothrix* mehr.

Wenn während der Selbstwendung der Boden — etwa eine große Glasscheibe im Wasser — im Sinne derselben nur wenig geneigt wird, dann wird sie sehr beschleunigt. Die obigen Zeiten gelten außerdem nur für ganz frische, am Beobachtungstage dem Meere entnommene Exemplare. Die Energie der Selbstwendung, und auch die anderer Bewegungen, nimmt schon nach einem Aufenthalte von einem Tage im Aquarium merklich ab.

Ebenso schnell aber wie die unversehrte frische Asteride kann sich ein frisch abgelöster Radius derselben selbst wenden, bisweilen noch schneller als das ganze Thier, meistens aber nicht so schnell.

Fig. 18.

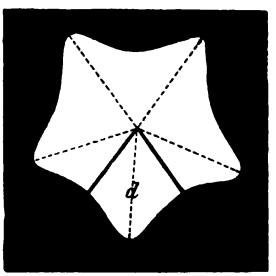


Fig. 19.

Schneidet man von *Asterias* einen Strahl (*a* Fig. 18) mit dem Ursprung seines Radialmarks ab, so wendet er sich um. VULPIAN fand diese Thatsache bei *Uraster* und bemerkte, dass die Pedicellen von der Spitze anfangend nach der Basis zu successive an der Unterlage haften. Ich habe aber oft gesehen, dass die Füßchen einer Längsreihe fast alle gleichzeitig extendirt werden, auch bei basal abgetrennten Radien (*c* Fig. 18) von *Asterias* und *Astropecten*, welche sich ebenfalls selbst wenden, und zwar je nach der Lage, in der sie mit der Wendung beginnen, durch Füßchenbewegung von der Spitze zur Basis oder durch Umwälzung um die Längsachse; letztere tritt leicht ein, wenn der Strahl schon auf der Seite liegt, so dass die eine Pedicellenreihe, lateral extendirt, sogleich den Boden erreichen und sich da anheften kann. Auch dann wenden sich die *a*-Strahlen

Digitized by Google

(Fig. 18) von *Astropecten*, wie ich fand, wenn man ihnen die augentragende Spitze abgeschnitten oder sie resecirt hat, vollständig, oder höchstens den Basaltheil in der Dorsallage lassend. KRUKENBERG sah ebenfalls Radienfragmente von *Asterias* sich wenden. Also hat eine Lichteinwirkung mit der Selbstwendung nichts zu thun. Auch im Dunkeln wenden sich die einzelnen Strahlen von *Asterias* um. Die durch radiäre Schnitte isolirten *Asterina*-Radien *d* (Fig. 19) können sich ebenfalls, wenn auch langsam, wenden, aber sich nicht dauernd in der Ventrallage halten. Dasselbe gilt für die *n*-, *e*- und *c*-Strahlen (Fig. 18) von *Asterias* und *Astropecten*, welche, wie VULPIAN bei *Uraster* wenigstens für *c*-Strahlen bemerkte, viele ungeordnete Bewegungen machen und ebenfalls die normale Haltung, wenn sie dieselbe wieder eingenommen haben, nicht immer behaupten können. Daher wahrscheinlich der negative Befund von ROMANES und KRUKENBERG, welcher die *a*- und *c*-Strahlen (Fig. 18) von *Astropecten aurantiacus*, *pentacanthus* und *bispinosus* sich nicht umwenden sah. Ich habe die Selbstwendung derselben gerade bei diesen Arten oftmals (bei 14 bis 15°) vor sich gehen sehen. In der Regel beginnt die Pedicellenbewegung an der Spitze, mit einer Torsion derselben, dann extendiren sich die Füßchen der Mitte, dann die der Basis, wobei aber die *n*- und *c*-Strahlen (Fig. 18) leicht wieder umfallen und sich langsamer (ungeschickter) wenden. Dass dabei die Gewinnung eines Fixationspunktes wegen der Kürze der Radien und ihrer Pedicellen etwas schwieriger, als bei *Asterias* ist, hindert nicht die Selbstwendung, da diese mit einer Torsion des Radius ohne Fixation beginnt, somit die Ambulacralfüßchen allemal mit der Unterlage — bei meinen Versuchen schwere Glasplatten — sehr bald in Contact kommen.

Wenn aber das Radialmark des isolirten Radius etwa in der Mitte quer durchschnitten wird, dann ist die Selbstwendung unvollständig, oder, wenn vollständig, zufällig, da die physiologisch getrennten Abschnitte gar nicht mehr associirte Pedicellenbewegungen machen können. Besonders bei *Asterias* sah ich daher Spiraldrehungen und Rückwendungen leicht eintreten, genau so wie es ROMANES für den ebenso von ihm behandelten isolirten *Uraster*-Radius beschreibt und abbildet.

Am besten stellt man diese Versuche an großen Strahlen von *Asterias glacialis* an. Wird ein solcher gerade basal oder zu $^2/_3$ oder $^1/_2$ abgeschnitten, so wendet er sich auch im fließenden Wasser oft schnell um, mit der Spitze anfangend, und bleibt oft nach vielen

Digitized by Google

unzweckmäßigen Bewegungen, schließlich in der Normallage, indem er kriecht und klettert. Aber je kürzer das Strahlfragment ist, um so leichter tritt die Rückwendung durch Strömungen und Zufälligkeiten ein; und nach häufiger Wiederholung des Umlegens drehen sich die resecirten Stücke, *e*, nicht mehr um. Überhaupt verlieren isolirte Radien leicht ihr Selbstwendungsvermögen, z. B. in der Luft sehr bald, und im Wasser je kleiner die Stücke sind. Doch konnte ich bei *Asterias glacialis*, deren Radien ich bis auf $^1/_2$, auf 1, auf $1^1/_2$, auf 2 und $2^1/_2$ cm Länge abschnitt (Fig. 20), die Selbstwendung, sowohl am ganzen Stück, wie an den einzelnen kurzen centralen Theilen der 5 Radien, zum Theil noch vor sich gehen sehen.

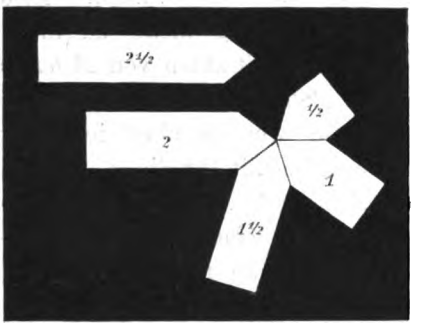


Fig. 20.

Dabei sind aber die längeren Stücke im Vortheil, und bei gleicher Länge eines Radiusfragments tritt, nach meinen Versuchen, die

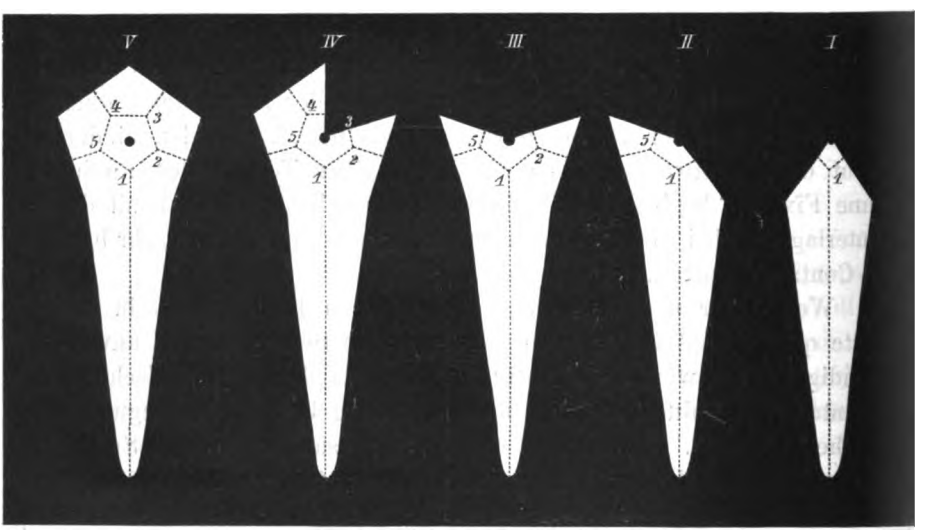


Fig. 21.

Selbstwendung um so sicherer und schneller ein, je mehr vom nervösen Centralring erhalten bleibt. Schneidet man von einer großen *Asterias glacialis* 4 Strahlen basal ab, so bleibt der fünfte mit dem

Digitized by Google

ganzen centralen Nervenfünfeck im physiologischen Zusammenhang. Einen so isolirten Radius nenne ich quincentrisch (Fig. 21 V), den durch 2 radiäre Schnitte von dem Scheitel des Winkels, den 2 Strahlen mit einander bilden, zur Mundöffnung, um einen Strahlantheil am Centrum beraubten Rest (Fig. 21 IV) quadricentrisch, den nur noch über 3 Ecken des centralen Fünfecks und sein eigenes Radialmark verfügenden Strahl tricentrisch (Fig. 21 III), den abermals um eine Ecke gekürzten bicentrisch (Fig. 21 II), den nur noch mit seinem Antheil am Centrum verbundenen unicentrisch (Fig. 21 I), endlich den basal ohne Centrumantheil abgetrennten Radius acentrisch (Fig. 18 *c*).

Diese 6 Stücke verhalten sich bezüglich der Selbstwendung, und auch in anderer Hinsicht, z. B. beim Kriechen, Klettern, ungleich, indem schon der unicentrische Strahl mehr als der acentrische, aber bei Weitem nicht soviel leistet, wie der bi- und vollends der tricentrische.

Ein Specialfall diene zur Erläuterung:

Ich legte einen IV-Strahl, einen I-Strahl und einen 0-Strahl (so heiße der Kürze halber der acentrische) umgekehrt oben auf eine schwimmende ebene Korkplatte. Alle 3 Radien waren derselben ganz frischen *Asterias glacialis* entnommen. Nach 10 Minuten hatte [illegible] IV gewendet; er kroch schon unter die Platte in das Wasser, [illegible] war im Begriffe sie zu verlassen, um an die feststehende Wand [illegible] anzuheften. Ich schnitt nun so viel vom Centrum ab, dass er [illegible] III-Strahl wurde und legte diesen wieder umgekehrt oben auf [illegible] Kork. In 3 Minuten hatte er die Selbstwendung vollendet und kroch in das Wasser, sich an die untere Fläche anheftend, was nach [illegible] Minuten vollbracht war. Ich schnitt nun ein Dreieck heraus, so dass ein II-Strahl übrig blieb, und legte diesen umgekehrt oben hin. Schnell war er gewendet, binnen wenigen Minuten herumgekrochen und an der unteren Fläche am Kork angeheftet. Ich schnitt nun [illegible] ein Stück ab, so dass ein I-Strahl daraus wurde; umgekehrt [illegible] hin gelegt blieb derselbe jetzt liegen, und während der ganzen [illegible], einer halben Stunde, war der ursprüngliche I-Strahl mit der Selbstwendung nicht zu Stande gekommen. Der 0-Strahl hatte dazu 22 Minuten gebraucht. Er blieb mit den beiden I-Strahlen oben auf der Platte liegen.

Dieser Unterschied im Verhalten der Radien scheint mir von einer sehr großen Tragweite für die vergleichende Physiologie des Nervensystems zu sein. Denn er beweist, dass ein und derselbe

Digitized by Google

Strahl in locomotorischer Hinsicht und in Bezug auf zweckmäßige Fluchtbewegungen viel mehr leistet, wenn ihm 2 Ecken des centralen Nervenfünfecks noch zur Verfügung stehen, als wenn ihm nur seine Ecke oder keine verbleibt. Also leisten 2 functionell gleichwerthige Theile des Nervensystems zusammen qualitativ mehr als jeder für sich. Man kommt auf die Vermuthung, dass auch bei den höheren Thieren, und vielleicht auch dem Menschen, es nicht allein die qualitative Beschaffenheit der Ganglienzellen, sondern auch ihre Anzahl und Verbindung ist, welche höhere psychische Leistungen ermöglichen.

Ophiuren sind nur mit Einschränkung zu derartigen Experimenten verwendbar, wegen der geringen Anzahl und Ausbildung der Pedicellen. Die unicentrisch isolirten *Ophioderma*-Radien können sich jedoch, nach vielen ungeordneten Bewegungen, noch selbst wenden, die acentralen nicht, wie KRUKENBERG richtig bemerkte; die Selbstwendung acentrisch abgetrennter *Ophioderma*- und *Ophioglypha*-Radien ist wenigstens ganz inconstant, nicht von Dauer und, weil nur durch die Schlangenwindungen bedingt, meistens wahrscheinlich zufällig. Für die Ophiuren ist also die Betheiligung des Centralringes nothwendig.

Aus dem Vermögen der isolirten, resecirten, centralen und peripheren Fragmente der *Asterias*, die Selbstwendung schnell zu vollziehen, folgt dagegen für diese gerade das Gegentheil. Es folgt ferner aus dieser merkwürdigen Thatsache, dass ganze Individuen nach erheblicher Schädigung und Ausschaltung einzelner Radienabschnitte, sich selbst müssen wenden können, was auch in der That zutrifft; aber gerade hier ist von VULPIAN ermittelt worden, dass sehr viel auf die Art der Durchschneidung ankommt. *Asterias* und *Astropecten* wenden manchmal nach Abtrennung eines Radius die 4 Strahlen, nicht aber das Centrum, so dass der Mund länger oben bleibt als letztere, wie ich wiederholt bemerkte. Jedoch geht andere Male die Selbstwendung ebenso schnell wie normal vor sich. Dasselbe ergab sich für die durch Abschneiden der Spitzen mit den Augen blind gemachten Seesterne verschiedener Arten (auch *Uraster* nach VULPIAN). Meistens aber drehen sich, nach Ablösung eines Radius an der Basis, die 4 anderen ebenso schnell (bei *Asterias*, *Astropecten* und — nach VULPIAN — *Uraster*) um, wie das unversehrte Thier. Die Coordination kann sich dann ungestört bethätigen.

Ferner fand VULPIAN, dass die physiologische Isolirung eines Radius a durch 2 nicht zu tiefe interradiale Schnitte von den Strahlenwinkeln α und β aus (Fig. 22) nach dem Munde hin die Selbst-

Digitized by Google

wendung des *Uraster* erschwert; der Strahl *a*, des synergischen Fungirens beraubt, arbeite gewissermaßen für eigene Rechnung und widersetze sich der Wendung der 4 anderen Radien. Ich fand dasselbe für *Astropecten*, nur kann man nicht sagen, dass *a* sich der Wendung der 4 anderen Radien widersetze. Er dreht sich für sich um, zufällig entweder in demselben oder im entgegengesetzten Sinne, wie die anderen. Er kann auch halb gewendet bleiben. Nicht

Fig. 22.

Fig. 23.

selten sah ich jedoch das ganze Thier trotz der 2 Einschnitte einschließlich *a* sich geschickt umwenden. Dann waren die 4 intacten Strahlen im Übergewicht und *a* wurde passiv mitgenommen. Ähnliches sah auch ROMANES bei *Uraster* nach Einschneiden in der angegebenen Weise.

Wird jedoch vom Munde aus der Nervenring eines *Astropecten* 5 mal durchschnitten, wie es Fig. 23 zeigt, dann verliert das Thier nicht, wie VULPIAN es für *Uraster* angiebt, sein Selbstwendungsvermögen, indem jeder Radius für sich (*en egoïste*) arbeite. Vielmehr sah ich wiederholt trotz dieser physiologischen Fünftheilung ohne Verletzung des dorsalen Integumentes), entgegen ROMANES' Angabe, die Selbstwendung sich vollziehen, und zwar langsamer als normal und weniger sicher. Dass die Wendung zu Stande kommt, erscheint durchaus natürlich, da ja jeder einzelne Radius sich wendet und nur folgende Fälle möglich sind. Wenden sich die Radien gleichzeitig, so können sich wenden

nach rechts	nach links	Erfolg
5	0	Selbstwendung
4	1	Selbstwendung
3	2	zweifelhaft
2	3	zweifelhaft
1	4	Selbstwendung
0	5	Selbstwendung.

Digitized by Google

Unter den 6 Fällen wird also in nur 2 die Selbstwendung durch die Commissurenschnitte zweifelhaft gemacht. Sie bleibt in der That bei der ungleichsinnigen Wendung von 3 gegen 2 Radien leicht aus. Solche Fälle wird VULPIAN vor sich gehabt haben. Ebenso ist seine Angabe, dass schon 3 solche Commissurenschnitte (wie in Fig. 23) statt 5 genügen, die Selbstwendung der 3 noch zusammenhängenden Strahlen zu verhindern, unrichtig für *Astropecten aurantiacus*. Dieselbe kann aber lange dauern und manchmal vielleicht ausbleiben. Ich habe sie, wie beim unversehrten Thier, stattfinden sehen. Die 2 mit den anderen 3 nicht mehr associirt sich bewegenden Radien können die Wendung nur verzögern. Endlich fand ich, auch entgegen VULPIAN's an *Uraster* gemachter Beobachtung, dass nach einer ausgedehnten centralen Durchbohrung eines sehr großen *Astropecten* mit Zerstörung des Nervenringes, die Selbstwendung, wenn auch nur langsam und unsicher, eintreten kann. Da jeder einzelne Radius sich wendet und die Fälle 5 gegen 0, 4 gegen 1, 3 gegen 2 die einzig möglichen in der Anfangsstellung sind, so wäre es höchst unwahrscheinlich, wenn der erste nie vorkäme und die Majorität in den 2 anderen jedesmal gegen die Minorität unterläge, d. h. die Selbstwendung nicht zu Stande käme. Aber in diesen Fällen handelt es sich nicht um die von VULPIAN, trotz seiner unrichtigen Beobachtungen, richtig hervorgehobene Synergie oder Coordination, den »Consensus« der 5 Radien beim unversehrten Thier, sondern um ein zufälliges Zusammentreffen.

Die Harmonie der Radien zeigt hingegen, wie KRUKENBERG richtig wahrnahm, das zweier Radien durch glatte Schnitte beraubte Thier (*Astropecten*-Arten). Ich habe desgleichen 2 zusammenhängende Strahlen von *Asterias* sich selbst wenden sehen. Doch geschieht es dabei leicht, dass sie sich ungleichsinnig wenden und so eine Torsion des Ganzen zu stande kommt, welche coordinirtes Kriechen und Klettern hindert; immer aber wird sie durch Rückdrehung bald corrigirt.

Beim ganzen Thiere geschieht ersteres noch mehr wenn man, wie ROMANES bei *Uraster* es that, in jedem Radius etwa halbwegs das Radialmark durchschneidet. Die Selbstwendung wird dadurch begreiflicherweise enorm verzögert, aber nicht unmöglich. Auch völlig von allen Strahlen getrennte Scheiben der *Asterias glacialis* sah ich sich wenden und anheften und umherkriechen (s. oben p. 82 und 89), und zwar (Fig. 20, p. 100) auch dann noch, wenn drei Radienantheile der Scheibe durch radiäre Schnitte (je einen im Centri-

Digitized by Google

winkel von 72° mit dem Mittelpunkte der Mundöffnung als Scheitel) herausgeschnitten worden waren.

Somit ist gewiss, dass jeder Theil einer beliebigen Asteride, sei er peripher, sei er central, das Selbstwendungsvermögen besitzt und dasselbe nach der Isolirung bethätigt.

Für Ophiuren gilt dasselbe nicht, denn bei ihnen ist die Abhängigkeit der Strahlen vom Centrum viel weiter ausgebildet. Wie stark aber das Selbstwendungsvermögen mit centralem Organ sein muss, das geht aus vielen Versuchen hervor. Wenige Beispiele genügen zum Beweise.

Fig. 24.

Versuchsthiere: Ophioglyphen und Ophiodermen.

Zwei radiäre Schnitte *a* und *b*, welche einen Strahl physiologisch isoliren, erschweren die Selbstwendung nicht, falls derselbe nur passiv bei der letzteren betheiligt war. Die anatomische Abtrennung aber kann, wahrscheinlich wegen zu starker Schädigung des Centralorgans durch die Schnitte *a* und *b*, die Selbstwendung verhindern. Als ich die 5 Radien jeden etwa zur Hälfte abgeschnitten hatte, ging die Selbstwendung, wenn auch langsamer, noch vor sich. nach Entfernung eines ganzen Strahles durch den Schnitt *c* am intacten Thier noch langsamer, zweier Strahlen durch die Schnitte *c* und *d* noch langsamer. Nach Verlust von 3 Radien durch die Schnitte *d*, *c*, *e* (die Schnitte *a* und *b* sind bei den 3 letzterwähnten Versuchen wegzudenken) macht die Scheibe viele vergebliche Versuche sich umzudrehen; es gelingt ziemlich selten, nach Ablösung eines 4. Radius durch den Schnitt *h*, noch seltener. Die Selbstwendungsversuche werden aber mit dem einzigen noch übrigen Strahl energisch fortgesetzt, dessen Windungen bald die Dorsallage, bald die Ventrallage herbeiführen.

Fünf radiäre Schnitte, wie *a* und *b*, heben das Selbstwendungsvermögen, wie Romanes fand, auf. Derselbe Forscher sah, dass Halbirung einer Ophiure, so dass ein Stück 2, das andere 3 Radien behält, sehr oft aufeinander folgende Umwendungen und Rückwendungen beider Stücke zur Folge hat. Er schreibt diese alternirenden Wendungen der Reizung des nervösen Centralorgans durch die

Digitized by Google

Schnitte zu, welche Reizung die gewöhnliche Locomotion bedinge, wegen des fehlenden Gegengewichtes der Strahlen aber trete ein Umfallen der Scheibe ein. Ich habe diese Versuche nicht wiederholt, aber durch andere eindeutige mit viel geringerer Verletzung des Centrum beweisen können, dass dieses zur Selbstwendung erforderlich ist.

Zunächst fand ich, dass Durchstechen des Radialmarks mit einer dicken Stecknadel geradeso wie Abschneiden des betreffenden Strahles an der Stichstelle die distale Portion desselben außer Function setzt. Sie macht nur windende ungeordnete Bewegungen, ohne die Selbstwendung des übrigen Thieres zu hemmen. Drei solche Stiche von 1 bis $1^1/_2$ mm Durchmesser, etwa 5 mm von jedem der 3 betreffenden Mundwinkel, ventral median, im Basaltheil jedes Radius (bei *Ophioderma longicauda*), verhindern die Selbstwendung vollständig, offenbar durch Unterbrechung der centrifugalen Leitung. Das Centralorgan bleibt dabei intact, kann aber den Widerstand der 3 physiologisch ausgeschalteten Strahlen nicht durch die 2 bleibenden überwinden und nicht mehr — wegen der Leitungsunterbrechung — mit ihnen zusammen wirken. Die Selbstwendung tritt nur ganz zufällig oder gar nicht mehr ein.

Dasselbe gilt für den Fall, dass 4 oder alle 5 Ecken des centralen Nervenpentagons ebenso durchstochen werden. Sie liegen am Ursprung der Medianlinie jedes Radius nahe an je einem der 5 Mundwinkel bei *Ophioderma* (Fig. 13 p. 91 bei den Kreuzen 1, 2, 3, 4, 5). Ich stellte diesen Versuch auch so an, dass ich successive die 5 Radialgehirne durchstach, und constatirte schon nach Ausschaltung von zweien eine erhebliche Beeinträchtigung der Selbstwendungscoordination, nach Zerstörung von dreien eine noch weiter gehende. Die so physiologisch isolirten Radien wenden sich ebenso wenig wie die ganz abgelösten regelmäßig um.

Durch diese Versuchsreihe ist also die Nothwendigkeit des centralen Nervenringes für die Selbstwendung der Ophiuren bewiesen. Die Strahlen sind dagegen nicht in ihrer ganzen Länge und vollen Fünfzahl erforderlich. Es können sogar alle 5 fehlen, ohne dass die sonst unversehrte Scheibe aufhörte Wendeversuche auszuführen.

Letztere werden selbst dann noch, z. B. bei *Ophiomyxa*, lange Zeit fortgesetzt, wenn außer dem größten Theile der Radien noch ein großes Stück der dorsalen Hautdecke abgetragen worden ist.

Ähnliches gilt für Asteriden, da *Uraster* nach VULPIAN sich nach Ablösung eines $1^1/_2$ cm im Durchmesser haltenden Stückes des

Digitized by Google

dorsalen Integumentes noch geradeso wendet wie ein unversehrtes Individuum. Ich sah dasselbe bei *Astropecten*, dem ich ein noch größeres Stück abtrug und noch dazu einen ganzen Radius abgeschnitten hatte.

Somit können es die etwa durch Berührung seitens des Bodens erregten, dorsalen peripheren Hautnerven nicht sein, welche zur Selbstwendung Anlass geben.

Betrachtet man genauer die Art und Weise, wie die Asteriden aus der Dorsallage heraus ihre gewohnte Haltung wieder einnehmen, so fällt zuvörderst die sehr starke und allgemeine Extension der Saugfüßchen auf, welche nach allen Richtungen hervorgestreckt und lebhaft hin und her bewegt werden. Besonders an den Radienenden, welche bald anfangen sich zu torquiren, ist das Spiel der Saugfühler sehr rege. Da werden auch gewöhnlich die Füßchen zuerst an den Boden geheftet, und nach und nach geht dieses Ansaugen centripetal vorwärts, gleichzeitig bei zwei, drei oder auch manchmal vier Strahlen, seltener bei allen fünf. Sind 2 oder 3 genügend festgeheftet, dann werden die übrigen übergeschlagen, wobei sie öfters — in flachen Schalen — die atmosphärische Luft passiren.

Die ganze Operation macht den Eindruck, als wenn ein »Consensus«, eine *action unifiante*, wie VULPIAN sich ausdrückt, vorhanden wäre, die bei Wirbelthieren dem Centralnervensystem zukommt. ROMANES, welcher die Selbstwendung des *Uraster* geradeso schildert, nennt ebenfalls die Thätigkeit der Radien dabei eine gemeinsame (*concerted action*) und fügt richtig hinzu, dass wo die Füßchen sich nicht genügend festsaugen können, 2 oder 3 benachbarte Radien sich biegend und zusammenlegend die Scheibe mitsammt den übrigen Radien wie ein Fulcrum überschlagen. Es kommt dann ein förmlicher Purzelbaum zu Stande. Diesen macht aber auch die sich leicht festsaugende *Luidia*, wie ich sehr oft sah, und zwar erheblich schneller als die *Astropecten*-Arten. Weder bei der einen noch bei den anderen ist übrigens die Art der Selbstwendung immer dieselbe. Ich habe auch *Asterias glacialis*, die mehrmals nach einander ohne Änderung der äußeren Umstände umgelegt wurde, sich bald so, bald anders wenden gesehen. Die Spiralen der torquirten Radien sind durchaus nicht jedesmal gleichsinnig, vielmehr arbeiten sich die Nachbararme Anfangs oft entgegen. Stets findet aber bald die Correctur statt, indem die festhaftenden die Wendung störenden Füßchen den Halt fahren lassen und die verkehrt herum torquirten Strahlen sich wieder glätten. Für *Uraster* beschreibt ROMANES das-

Digitized by Google

selbe. Bei *Solaster* sah er eine größere Zahl benachbarter Radien, welche im Verhältnis zur Scheibe kurz sind, sich zugleich spiralig anheften und, wenn genug Füßchen genügend fest hafteten, die ganze Scheibe sich nachziehen. Ich vermuthe, dass bei *Heliaster* diese Art der Selbstwendung ebenfalls vorkommt. Außerdem sah ich größere Exemplare von *Astropecten* und *Asterias glacialis*, wenn sie sich selbst wendeten, die Tulpenform als seltenes Übergangsstadium annehmen. Dabei sind alle 5 Radien gerade nach oben gerichtet, während die Scheibe noch auf der Dorsalseite liegt, oder die Scheibe steht schon vertical und alle Radien sind fast senkrecht zu ihr, wie die Blätter einer Tulpe, zusammengelegt, dem Boden parallel. Die Mannigfaltigkeit der Formen sich selbst wendender Seesterne ist groß und keine Art wendet sich nur auf eine Weise. *Astropecten aurantiacus* z. B. kann sich, wie ROMANES wahrnahm, ohne alle Betheiligung seiner Füßchen, die dabei jedoch lebhaft bewegt werden, dadurch wenden, dass er seine Scheibe hebt, auf den Spitzen von 3 oder 4 Radien ruhend, und dann, zwei unterschlagend, die frei gehaltenen oben herumwirft. Ich habe dieses bei großen Individuen öfter als bei kleinen bevorzugte Manöver ebenfalls auffallend schnell verlaufen sehen, z. B. in 5 Minuten. Aber auch hierfür gilt, dass sich kein *Astropecten* ganz genau nach demselben Schema 2mal hinter einander selbst wendet. Immer findet eine Anpassung an die Haftfläche statt, und je nachdem diese convex, concav, eben, rauh, geneigt ist, wird die Wendung erleichtert oder erschwert, so oder so bewerkstelligt. Namentlich die sich leicht fest ansaugende *Asterias glacialis* benutzt bei ihrer Selbstwendung jeden Vorsprung, jede Unebenheit des Bodens und, wo es angeht, die Wand zur Anheftung.

Im Gegensatze zu dieser Verschiedenartigkeit der Bewegungen bei Asteriden drehen sich die Ophiuren, einen einfachen Purzelbaum schlagend, fast alle nach derselben Schablone um, wenn man sie auf die Dorsalseite gelegt hat. Bei *Ophiomyxa* bedingt die Länge der 5 Radien insofern eine Modification, als sie oft in wenigen Secunden mit erstaunlicher Muskelkraft, ohne die peripheren Radienhälften zu verwenden, sich umklappt, wie das Blatt eines Buches umgelegt wird beim Lesen. *Ophioglypha*, *Ophioderma*, *Ophiothrix*, *Ophiactis*, *Amphiura* erheben die Scheibe, auf ihre Radien sich stützend, stemmen sich dann auf 2 derselben sehr fest und geben mit den 2 Nachbarn dieser der gehobenen Scheibe einen Stoß oder Schub von unten, so dass in der Regel sie selbst mit dem 5. Radius

Digitized by Google

oben und der Scheibe übergeschlagen werden, ähnlich wie es bei *Astropecten* oben angegeben ist. Diese Ähnlichkeit hebt auch Romanes für die Britischen *Brittle-stars* hervor. Sie ist dadurch auffallend, dass bei Ophiuren wie bei *Astropecten* (in diesem Falle) die Füßchen zur Selbstwendung nicht benutzt werden. Jedoch sieht man öfters bei *Astropecten* auch in diesem Falle, wie bei *Asterias*, *Echinaster* u. a., dasselbe, was Romanes an Echiniden beobachtete: ein starkes Hervortreten der Füßchen der oberen Radien unmittelbar vor der Vollendung der Selbstwendung, so dass gewissermaßen die Berührung der Unterlage anticipirt oder vorbereitet wird. Hierin liegt ein neuer Beweis für die centrale Coordination, der alle Füßchen unterstehen, gleichviel ob die Bewegung des Strahles, wie gewöhnlich, eine Torsion von der Spitze zur Basis oder eine Wälzung um die Längsachse oder eine convexe Biegung oder eine aus diesen Factoren zusammengesetzte und wechselnde Bewegung bei der Selbstwendung ist.

Von besonderem physiologischem und psychologischem Interesse war es nun für mich zu ermitteln, wie solche Seesterne, die nur mit Hilfe der Füßchen sich selbst wenden können, sich verhalten, wenn letztere durch Gifte, Erwärmung, Reizungen, mechanische Hindernisse zum Theil außer Thätigkeit gesetzt werden. Zunächst die Giftwirkung.

Curare und Curarin. Vulpian's Vergiftungsversuche mit Curare (1859) ergaben kein bestimmtes Resultat. Doch schienen die Thiere (*Uraster*) gelähmt zu werden. Steiner (1875) fand, dass ein 128 g schwerer Seestern (*Uraster rubens* ?) 10 Minuten nach ventraler, centraler Injection von 5 mg Curare sich noch selbst wendete; 49 Minuten nach der ersten Injection wurden nochmals 5 mg injicirt; 5 Minuten später Selbstwendung. Aber 3 Stunden nachher, während welcher das Thier nicht beobachtet wurde, konnte es sich nicht wenden, obgleich die Füßchen ihre Beweglichkeit behielten. Einem zweiten Exemplar wurden 10 mg injicirt; es verlor nach 33 Minuten sein Wendungsvermögen. Ein drittes und letztes Exemplar konnte sich 5 Stunden nach Injection von 5 mg noch selbst wenden.

Stassano (*L'action du curare* in den *Mém. de la soc. de biol.* Paris 1883. p. 60—61) injicirte *Astropecten*, *Asterias glacialis*, Holothurien Curarelösungen subcutan. Aber nach Injection großer Mengen waren die Thiere kaum afficirt. Die Seesterne wendeten sich, auf den Rücken gelegt, zwar nicht mehr um, aber die Füßchen blieben beweglich.

Digitized by Google

Ich habe *Asterias glacialis* dadurch mit Curare und Curarin zu vergiften versucht, dass ich die Substanz in sehr großen Mengen in den leeren Magen brachte. Sie wurden aber dadurch nach mehr als einer Stunde ihres Selbstwendungsvermögens nicht beraubt; die Füßchen bewegten sich, hefteten sich fest und betheiligten sich bei den energischen Selbstwendungen wie im Normalzustande. Da sich vermuthen ließ, die Wirkung sei nur deshalb so schwach, weil das Gift allzuschnell wieder ausgeschieden werde, so brachte ich die Thiere in Curarelösungen. Sie mussten dann bei Füllung des Wassergefäßsystems immer neue Giftmengen aufnehmen. Aber selbst ein prolongirtes derartiges Curarebad verminderte nicht erheblich die Bewegungen der Ambulacralfüßchen. Daher setzte ich diese Versuche nicht fort.

Blausäure. Auch dieses Gift verhindert nach gelegentlichen Versuchen, die ich an *Astropecten*, *Luidia* und *Asterias* anstellte, die Selbstwendung nicht, wenn etwa 15 Tropfen einer 12%igen Lösung ventral auf das Centrum getröpfelt werden. Die Füßchen an der betroffenen Stelle verlieren zwar ihre Erregbarkeit für mechanische Reize, aber die Wendung tritt nichtsdestoweniger leicht ein. Einige Tropfen einer *Ophioglypha* in den Mund, also dicht an das nervöse Centralorgan gebracht, hinderten auch deren schnelle Selbstwendung nicht (vgl. p. 43).

Nicotin. Wenn eine *Asterias* in einer flachen Schale, deren Seewasser nur wenig wässeriges Tabaksblätterextract zugemischt worden, auf den Rücken gelegt wird, so ziehen sich fast alle Füßchen schnell zurück, und es kommt zu keiner Selbstwendung. Anfängliche, spärliche Wendeversuche werden bald aufgegeben. *Ophioglypha* kann sich in solchem Seewasser, in dem nur einige Tabaksblätter aufgeweicht wurden, ebenfalls nicht oder nur ein- bis höchstens zweimal selbst wenden. Ihre 5 Radien bleiben meist starr emporgestreckt. *Ophiothrix* wendet sich darin gar nicht um. Erholung ist selten erzielbar. Wenn auch die Reizbarkeit der Füßchen (bei *Asterias*) noch tagelang bleiben kann, das Selbstwendungsvermögen kehrt nach einem Nicotinbade von nur wenigen Minuten sehr schwer oder gar nicht zurück (vgl. p. 43).

Alkohol. Als ich einer kleinen *Asterias glacialis*, welche sich behende selbst wendete, jeden der 5 Radien 10 Secunden lang zu $^2/_3$ in 70%igen Alkohol tauchte, dann suchte sie sich zu wenden mittels der Füßchen des letzten Drittels und des Centrums, indem sie die Spitzen der Radien und dann diese selbst convex umbog, während

Digitized by Google

die alkoholisirten Füßchen retrahirt blieben. Die Selbstwendung geht daher unter diesen Umständen sehr langsam vor sich (vgl. p. 44).

Äthyläther. Für diesen gilt dasselbe. Wenn ich einer sich leicht selbst wendenden *Asterias glacialis* durch Aufgießen von Äther in der Luft schnell alle 5 Strahlenspitzen unempfindlich mache, so wendet sie sich im Wasser dennoch, nur langsamer, indem sie jetzt nicht wie sonst die Füßchen der Spitzen zuerst zum Anheften verwendet, sondern die der Mitte jedes Strahles, was sofort an der Umbiegung der Spitzen erkannt wird. Noch deutlicher wird diese merkwürdige Anpassung an neue Verhältnisse bei Vergiftung mit

Chloroform. In einer kleinen flachen Schale, in welcher dem Seewasser ein wenig Chloroform beigemengt worden, wendet sich *Asterias* nicht. Sie bleibt darin auf dem Rücken liegen. Dasselbe gilt für *Astropecten bispinosus*. *Ophioderma* brachte zwar drei Selbstwendungen zu Stande, aber nicht die vierte. Sie erbrach sich. Alle diese Thiere erholten sich jedoch in frischem Seewasser von der Chloroformnarkose vollständig, so dass sie sich am folgenden Tage selbst wenden konnten (vgl. p. 44). Gerade wie Alkohol und Äther kann Chloroform dazu dienen die Anpassung, d. h. die den ungewöhnlichen, noch niemals vom Seestern erlebten Umständen angemessene Abänderung des Selbstwendungsmodus zu beweisen. Man braucht nur in der Luft einige Tropfen Chloroform ventral-central auf eine *Asterias glacialis* zu bringen, so werden daselbst die Füßchen schnell functionsunfähig. Das Thier wendet sich nicht mehr coordinirt, aber jeder einzelne Radius wendet sich für sich, der eine nach links, der andere nach rechts; das Centrum bleibt ungewendet bis Erholung eintritt. Wenn man dagegen jede der 5 peripheren Radiushälften mit Chloroform beträufelt (in der Luft), so werden sie für längere Zeit functionsunfähig und das Centrum bleibt intact, da das Thier sich, mit großer Langsamkeit zwar, weil ohne Hilfe der Spitzen, aber vollständig, selbst wendet und sogar mit den centralen Füßchen allein verticale Glaswände emporsteigt, wobei die 5 Spitzen nur passiv mitgehoben werden. Dieser Versuch ist also das reine Gegenstück zum vorigen. Er wird durch den folgenden ergänzt:

Bringt man in der Luft einige Tropfen Chloroform auf den Mund einer *Ophiomyxa*, so verliert sie, auch wenn sie sofort in Seewasser zurückgelangt, schnell ihr Selbstwendungsvermögen (wegen Lähmung des peristomalen Nervenringes); sie macht lebhafte uncoordinirte Bewegungen mit den Radien und kommt dadurch, auf dem Rücken

Digitized by Google

liegend, unwillkürlich von der Stelle. Bei Ophiuren ist, wie ich zeigte, die Bewegung der Radien viel abhängiger vom Centrum, als bei Asteriden, daher der Unterschied: hier Autonomie der Strahlen, welche sich für sich selbst wenden, dort nicht.

Süßwasser. Alle von mir geprüften Seesterne und Schlangensterne verlieren im Brunnenwasser in wenigen Augenblicken das Vermögen sich selbst zu wenden, erholen sich aber meistens im fließenden Seewasser innerhalb einiger Stunden, wenn das Bad nur wenige Minuten dauerte (vgl. p. 43). Die Wirkung des Süßwassers und der anderweitigen Entziehung der Seesalze (z. B. durch destillirtes Wasser) ist wahrscheinlich deshalb eine so schleunig lähmende, weil vermittels der Wassergefäße eine Wegspülung der letzteren inwendig und auswendig zugleich stattfindet und dadurch eine Art allgemeiner Wasserstarre eintritt, welche nur durch continuirliche Endosmose rückgängig gemacht wird.

Als ich eine kleine *Asterias glacialis* mit der Dorsalseite nach unten in Brunnenwasser gelegt hatte, machte sie entschiedene Wendeversuche, aber ohne die Füßchen hervorzustrecken, also ist auch bei dieser, sich normal nie ohne Hilfe der Füßchen wendenden Art die Selbstwendungstendenz nicht mit einer Extension der Füßchen nothwendig verbunden. Schon nach 5 Minuten hörten die Bewegungen der Radien — Torsionen — auf; 5 Minuten später war die mechanische Reizbarkeit erloschen. Jetzt in Seewasser gelegt fuhr das Thier sogleich mit seinen Wendebewegungen fort, verharrte aber Stunden lang in einer nur zum Theil gewendeten Stellung, hilflos wie in der Wärmestarre. Bezüglich der Motilität gleicht dieser die Wasserstarre, so dass ein wärmestarres Thier von einem wasserstarren durch den Anblick oft nicht unterschieden werden kann. Das letztere erholt sich aber (über Nacht) vollständig.

Um näher den Einfluss der Erwärmung auf die Verzögerung und Aufhebung der Selbstwendung zu untersuchen, brachte ich die Seesterne in flache Glasschalen, welche durch Dampf von unten in einer großen Porzellanschale allmählich gleichmäßig an allen Puncten des Bodens zugleich erwärmt wurden. Aus den bereits mitgetheilten Versuchen (p. 63 bis 72) und einigen anderen ergeben sich folgende Werthe.

Beobachtet wurde die Selbstwendung im Wasser

Digitized by Google

	noch bei	nicht mehr bei
Luidia ciliaris	18,8°	22,9—30,5°
Asterias glacialis	21,2—23,1°	25,0—28,1° 31,1—33,2°
Ein Strahl	15°	24°
Asterias tenuispina	16—18°	23° (schnell erwärmt)
- -	26,7—32,5°	35° (langsam erwärmt)
Ophidiaster attenuatus	20,6—27,4°	34°
Asterina gibbosa	20—25,2°	26,4—31°
Astropecten aurantiacus	14,6° (in $1^1/_2$ Minuten)	26,8—34°
- -	15,4° (in $2^1/_2$ -)	.
- -	20,9° (in $2^1/_2$ -)	.
Echinaster sepositus	18—22°	26—30°
- -	20,5° (in 2 Minuten)	.
Ophioderma longicauda	11,8—23° (schnell)	.
- -	25,6—27,4° (langsam)	28,4°
Ophiomyxa pentagona	13—16°	27—28°
- -	23—26,5°	29,9°

Die letzten Zahlen ergeben sich aus Versuchen, welche folgendermaßen verliefen:

1) *Ophioderma longicauda.*

Min.	Centigr.	
0	11,8	wendet sich schnell;
4	14,9	
9	16,7	desgl.
14	18,0	desgl.
20	19,6	wendet sich sehr schnell;
22	20	bewegt die 5 Radien auffallend lebhaft hin und her;
27	23	desgl.; wendet sich sehr schnell;
37	25,6	langsamer;
40	26,6	wendet sich noch langsamer;
42	27	bewegt sich langsamer;
44	27,4	wendet sich langsam; (Optimum überschritten).
47	28,4	Mund sehr weit offen; windet die Strahlen, wendet sich nicht mehr um;
48	29	sehr schwache Bewegungen;
53	32	(im Munde) fast bewegungslos.

Digitized by Google

Min.	Centigr.	
55	33	Der Rumpf bleibt erhoben;
.	36	einen Augenblick: Temperaturmaximum.

Hierauf in Wasser von 12° zurück. Keine Erholung. Wärmestarre. Am folgenden Tage keine Selbstwendung, obgleich immer noch vereinzelte Bewegungen der Spitzen stattfanden.

2) *Ophiomyxa pentagona.*

Min.	Centigr.	
0	13,4	wendet sich leicht;
7	19,2	von Zeit zu Zeit An- und Abschwellen der Scheibe, letzteres symmetrisch radiär; Selbstwendung langsamer.
14	26,5	Wendet sich langsam, bewegt sich mehr.
16	29,4	Eigenthümliche Windungen der Spitzen.
17	29,9	Das Thier kriecht plötzlich sehr energisch heraus und fällt auf den Tisch; wieder hineingelegt wendet es sich nicht,
18	30,9	bleibt auf dem Rücken liegen;
.	32,1	einen Augenblick: Maximum.
20	.	Schnelle Abkühlung des Wassers.
22	26,5	Eine Bewegung; Strahlen starr; Scheibe weich.
24	23,4	Reizbarkeit groß; Selbstwendung nach Berührung eines Strahles.
26	23	Strahlen wieder glatt. Selbstwendung. Erholung.

Die Flucht bei 29—30° ist ein Beweis für die Überschreitung des Optimum. Dasselbe liegt wahrscheinlich unter 27°, weil eine Unruhe schon vorher begann.

Min.	Centigr.	
28	17,2	Rumpf und Strahlen weich; Alles normal. Selbstwendung sogar in der
30	.	Luft auf einer Glasscheibe schnell, also sehr kräftig.

3) *Ophiomyxa pentagona.*

Min.	Centigr.	
0	14	wendet sich leicht;
13	24,5	beginnt unruhig zu werden. Verkrümmungen der 5 Strahlen;
15	27,5	wendet sich nicht mehr;
17	32,3	ruhig mit verschlungenen Radien.
18	33	Rumpf weich.

Digitized by Google

Min.	Centigr.	
22	34,4	Keine Bewegung; bleibt auf dem Rücken liegen. Von jetzt ab Abkühlung.
125	16	Hat sich erholt; wendet sich leicht.

Aus diesen Bestimmungen geht hervor, dass die Asteriden und Ophiuren ungemein empfindlich gegen Temperaturerhöhungen sind, indem sie bei 22 bis 34° je nach der Art (der Dicke des Integumentes) ihr Vermögen, aus der Rückenlage in die gewöhnliche zurückzukehren, einbüßen. Sowie die maximale Temperatur des Meerwassers im Golf von Neapel (etwa 27°) erreicht wird, dauert die Selbstwendung viel länger, als normalerweise. Das Optimum ist dann jedenfalls längst überschritten.

Wird nicht das ganze Thier in warmes Wasser getaucht oder in solchem belassen, sondern eine kleine Menge heißen Wassers local applicirt, so hängt es nur von der Anzahl und Ausdehnung solcher Reizstellen ab, ob die Selbstwendung eine Unterbrechung erfährt. Dasselbe gilt für mechanische, chemische und elektrische Reizung während der Selbstwendung.

Wenn z. B. eine Stelle einer Ambulacralfurche der sich eben wendenden *Luidia*, *Astropecten* oder *Asterias* berührt, mit Schwefelsäure geätzt oder durch Inductionsströme erregt wird, so ziehen sich zwar an der Stelle alle Füßchen zurück, aber die Selbstwendung erfährt keine Unterbrechung. Legt man einen *Ophidiaster* auf die Dorsalseite und streicht mit einem Stifte durch die ganze Furche des zuerst spiralig gedrehten Strahles, so dass alle Füßchen desselben sich einziehen, dann torquirt er einen anderen Radius und fährt zunächst ohne Betheiligung des ersteren mit der Wendung fort, ein Beweis für das Anpassungsvermögen auch dieser trägen Seesterne, welcher durch alle meine Reizversuche an sich wendenden Asteriden bestätigt wird. Die Änderung des gewohnten Verfahrens geht sogar so weit, dass nach häufiger Wiederholung der unsanften Berührung der Füßchen auf dem Rücken liegender Seesterne schließlich die anfänglich ausgedehnte Irradiation der Reizwirkung nicht mehr eintritt. *Asterina* zeigt schon nach der 2. und 3. Berührung einen weniger ausgedehnten und weniger festen Verschluss; nach der 4. und 6. Reizung bleibt oft die Retraction auf die Reizstelle allein beschränkt, und die Selbstwendung wird dann durch erneute Berührung derselben, wenngleich die Furche local sich jedesmal schließt, gar nicht mehr unterbrochen wie zu Anfang (wegen der ausgedehnteren Einziehung der Füßchen). Geradeso verhält sich *Ophi-*

Digitized by Google

diaster. Doch muss bei der Berührung allemal das Centrum geschont werden. Geschieht letzteres nicht, fährt man z. B. mit der elektrischen Pincette die ganze Furche sich wendender Luidien oder Asterien entlang bis an den Mund, so wird die Selbstwendung unterbrochen. Ganz circumscripte chemische Reizung mit einem Tropfen Säure hindert sie dagegen nicht im geringsten, weder bei dorsaler noch bei ventraler Application, auch wenn eine mächtige Gas-(Kohlensäure-)Entwicklung an der Reizstelle eintritt. Sie wird jedoch bei drei- und zweistrahligen Asteriden dann begreiflicherweise sehr erschwert durch die Verminderung der verfüglichen Füßchenanzahl.

Ophiuren sind in dieser Hinsicht im Nachtheil. Ihre außerordentliche Empfindlichkeit gegen verdünnte Säuren (Essigsäure, Salpetersäure) bringt es mit sich, dass sie augenblicklich energische Fluchtbewegungen machen, wenn nur ein Tropfen auf einen Radius fällt; *Ophiomyxa* verlässt dann ihren Behälter, und *Ophioderma* verliert vorübergehend das Wendungsvermögen total, wenn durch Säure der Rücken angeätzt worden. Doch kann auch *Asterias* sich nicht mehr wenden, wenn auf alle 5 Strahlen nur wenig verdünnte Salpetersäure geträufelt wird, weil dann eine starke anhaltende Retraction aller Füßchen eintritt.

Auf anderem Wege ist es leichter ohne die geringste Schädigung der Thiere die Selbstwendung zu hemmen, nämlich durch Fesselung und Belastung derselben. Dabei fand ich, dass Asteriden und Ophiuren, wenn die Fesseln nicht zu fest sind, sich zuerst mit denselben umwenden und sich dann von ihnen befreien, wenn letztere aber mechanisch die Wendung unmöglich machen, sich zuerst befreien und dann umwenden. (Darüber weiter unten unter »Fluchtbewegungen«.)

Belastung eines auf dem Rücken liegenden Seesternes mit einer Glasplatte verhindert die Selbstwendung völlig, wenn das Gewicht derselben so groß ist, dass das Thier sie nicht heben und nicht durch Anheftung an ihre Unterseite darunter fortkriechen kann. Wenn aber die Locomotion und Hebung nur eben möglich sind, dann werden sie ausgeführt, wobei *Asterias*, *Echinaster* u. a. zunächst sich ansaugen und mit mannigfaltigen Torsionen der Radien und Hebungsversuchen stets partielle Umwendungen bewerkstelligen, sowie ein kleiner Spielraum durch die langsame Locomotion gewonnen worden ist. Daher kann man leicht die Wendung eines Seesterns durch Auflegen einer Glasplatte unterbrechen und hemmen. Ist sie

Digitized by Google

nicht zu schwer, so hebt er sie durch Fortsetzung der Wendebewegungen oder kriecht, sich an ihr anheftend *(Asterias, Luidia)*, in der Dorsallage heraus und wendet sich dann erst völlig. Ist die Glasplatte so dick, dass beides unter der Last nicht eintreten kann, dann verharrt das Thier bewegungslos unter ihr, ist nach 24 Stunden weicher und platt gedrückt (auch *Astropecten*), seine Erregbarkeit minimal. Die Erholung ist dann schwer herbeizuführen. Wendeversuche werden auch nach der Befreiung oft nur wenige gemacht. Die Muskeln haben ihre Kraft verloren, vermuthlich durch Stagnation des Wassers im Wassergefäßsystem, welches sich unter dem starken Druck nicht mehr richtig füllen und entleeren konnte. Ähnliches tritt ein bei Befestigung der *Asterias* auf eine Glasplatte mit starken Kautschukringen, die die Radien andrückend im Centrum sich kreuzen. Doch ist gerade hierbei die Benutzung jeder Abnahme des Druckes zu partiellen Wendeversuchen sehr bemerkenswerth. Eine einfache Reflexmaschinerie lässt sich kaum vorstellen, welche im Stande wäre zu gleicher Zeit 1) die Rückkehr aus der Dorsallage in die Ventrallage, 2) die Befreiung von den festen Fesseln, 3) die Erhaltung des Gleichgewichts auf der vertical im Wasser hängenden Platte, 4) das abwechselnde Anheften und Ablösen von mehr als 1000 Füßchen, und dann noch 5) einen Fluchtversuch von der Platte weg zu Stande zu bringen. Dennoch leistet alles dieses *Asterias glacialis*.

Auch schon die Thatsache, dass viele Ophiuren in der Luft auf trockener Fläche sich selbst wenden, spricht für den rein centralen Ursprung des Impulses zur Selbstwendung. Ich habe zwar die letztere bei *Ophioglypha*, *Ophioderma*, *Ophiomyxa* nicht jedesmal auf trockener Unterlage vor sich gehen gesehen; aber auf glatten, flachen Tellern mit so wenig Wasser, dass beim Wenden die Luft passirt wird, geschieht sie kaum langsamer, als im tiefen Wasser, und kräftige frische Exemplare wenden sich allemal auf trockenem Holz, Glas oder Stein in der Luft, wenn sie selbst nicht schon zuviel Wasser verloren haben, und kriechen noch lange auf dem trockenen Boden umher. Asteriden wenden sich, mit der Dorsalseite unten auf schwimmende Korkplatten gelegt, also in der Luft, nur schwierig um; auch *Ophidiaster* macht auf trockener Fläche sehr unvollständige Torsionsversuche und seine Strahlen werden nach einigen Stunden durch Wasserverlust halb so dünn wie vorher. Durch die schnellen Wendungen der Ophiuren in der Luft wird aber bewiesen, dass zur Selbstwendung im Wasser eine größere Muskelkraft verfüglich ist, als nöthig, denn das zu hebende Gewicht ist, wie schon

Digitized by Google

Romanes mit Recht hervorhob, in der Luft erheblich größer als im Wasser.

Da aber bei allen diesen Versuchen eine Berührung der Thiere seitens der Unterlage, somit die Möglichkeit einer reflectorischen Auslösung des Selbstwendungsactes durch äußere Reize vorhanden war, so stellte ich noch eine Reihe von Experimenten an, um zu ermitteln, ob im Wasser frei schwebende Seesterne, namentlich große Asteriden, sich ebenfalls selbst wenden können. Diese Versuche haben mir viel Mühe bereitet und erst nach häufiger Wiederholung die Überzeugung gebracht, dass in der That auch frei schwebende Seesterne sich selbst aus der Dorsallage in die Ventrallage zurückwenden.

Zunächst einige Einzelfälle. Eine große *Asterias glacialis* wird central mit einer Stricknadel durchbohrt und diese in der Mitte mit einem conischen Korkstück versehen, das Thier dann, Ventralseite oben, am verticalen Drahte im Wasser aufgehängt. Alle Saugfüßchen werden sogleich maximal extendirt und von entschiedenen Wendeversuchen während mehrerer Stunden nichts bemerkt; aber am folgenden Morgen war das ganze Thier, mit Ausnahme des Centraltheils, gewendet. Alle 5 Radien hatten sich vollständig torquirt, so dass ihre Dorsalseite nach außen (oben) zu liegen kam. Hier hatte also jeder Strahl sich für sich gewendet. Da aber in ähnlichen Versuchen der eine oder andere Strahl sich an den Draht heftete und dann wendete, ist dieses Verfahren unbrauchbar. *Astropecten aurantiacus* in derselben Lage verhält sich ähnlich, macht aber mit allen 5 völlig unberührten Spitzen deutlich Wendeversuche und kann dadurch seine Lage so ändern, dass er wie eine umgekehrte Tulpe, mit der Dorsalseite nach außen, hängt. Ebenso andere *Astropecten*-Arten, welche auf kleinen Glassäulen ganz frei, genau central, mit der Mitte des Scheibenrückens aufliegen. Sie torquiren die Spitzen, bewegen sie nach oben und unten und heften sie an, wo ein Halt (z. B. am Boden) sich bietet, worauf sie, sich darauf stützend, leicht selbst wenden.

Aus solchen Versuchen geht hervor, dass central fixirte sonst frei im Wasser suspendirte Asteriden, ohne dass ihre Strahlen sich irgendwie anheften könnten, mit den letzteren unzweifelhafte Wendeversuche, oft mit Erfolg machen. Also ist für den Beginn der Selbstwendung ein Anheften der Füßchen ebensowenig wie eine Berührung derselben oder irgend eines Radiuspunktes erforderlich.

Digitized by Google

Dass aber auch ohne äußere Reizung des centralen Dorsaltheils die Wendung eintritt, beweisen Versuche folgender Art:

Einer *Luidia* durchstach ich 4 Radien an der Spitze mit je einer Nadel von etwa 5 cm Länge, so dass die Nadelköpfe an der Dorsalseite sich befanden. Darauf befestigte ich an jede Nadelspitze einen Würfel aus Kork und ließ so das große Thier dicht unter der Oberfläche des Wassers mit der Ventralseite oben horizontal schweben. Von oben gesehen erblickte man 4 mit Kork versehene und 3 freie Strahlen (Fig. 25). Dieses Thier machte nun nach sehr kurzer Zeit, während welcher es mehrfach alle Radien bewegte, die Selbstwendung, indem es einen vollständigen Purzelbaum schlug, *a* still hielt und *b* und *c*, mit großer Kraft den Zug nach oben überwindend, mitsammt den Korkwürfeln zurückbog. Hier handelt es sich um einen complicirten Bewegungsact aus rein centralem Impulse, denn der Einwand, es seien *b* und *c* (oder 2 andere Radien) so lange aufs Gerathewohl hin und her, hinauf und hinab bewegt worden, bis eine zum Überschlagen oder Umfallen genügende Schwerpunktsverschiebung eintrat, wird durch die Sicherheit und Geschwindigkeit der coordinirten Muskelbewegungen widerlegt. Auch beweist der folgende Versuch, dass der Seestern sich ohne Berührung frei schwebend, mit Überwindung bedeutenden Zuges, selbst wenden kann.

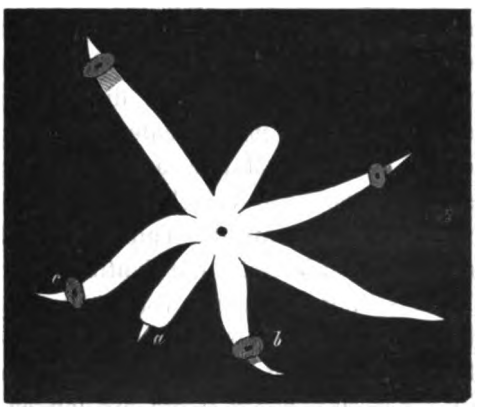


Fig. 25.

Einem großen *Astropecten aurantiacus* zog ich durch jeden Strahl nahe an der Spitze einen dünnen Faden, an welchen je ein Kork befestigt wurde, so dass das mit der Ventralseite nach oben gerichtete Thier mehrere Centimeter unter dem Wasserniveau schwebte. Es blieb, ohne entschiedene Wendebewegungen zu machen, so längere Zeit, indem es die 5 Korke bald einander näherte, bald von einander rückte, von der Tulpenform zur Sternform und umgekehrt wechselnd, wie die Fig. 26 andeutet.

Dabei senkt sich und hebt sich die Scheibe um mehrere Centimeter, und zwar so schnell, dass die Korke beim Senken merklich

Digitized by Google

mit in das Wasser herabgezogen werden. In den Pausen nahm ich nun viele Torsionen der Spitzen wahr: unzweifelhafte Selbstwendungsversuche, die aber wirkungslos waren. Während mehr als einer Stunde keine weitere Veränderung, da plötzlich bewegt das

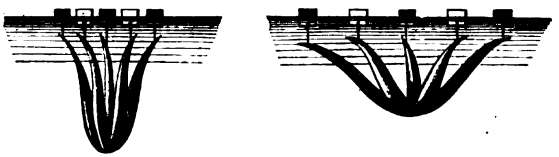


Fig. 26.

Thier den Radius mit dem kleinsten der 5 Korkstücke, welcher also am wenigsten dem Zuge nach oben ausgesetzt ist, abwärts und nach der Seite, schlägt die Spitze desselben unter einen Nachbarstrahl, so dass der kleine Kork, mit hinabgerissen, unter dessen größeren zu liegen kam, zog dann die beiden gegenüber befindlichen Radien central an, mit bedeutender Hebung der Scheibe — diese kam dabei mit dem Munde außer Wasser zu liegen — und bewirkte so eine erhebliche Verschiebung des Schwerpunktes und die Selbstwendung: es nahm die Tulpenform mit der Dorsalseite nach innen an, während bis jetzt die Ventralseite die innere gewesen war. Das Thier schlug also einen vollständigen Purzelbaum im Wasser, offenbar mit einer ungewöhnlichen Kraftanstrengung und nach einer sehr langen Latenzzeit. Denn obgleich die neue Art der Selbstwendung in der beschriebenen Weise mit langen Pausen 3mal stattfand, konnte ich innerhalb 6 Stunden das Thier nicht zu einer 4. Wendung bringen (auch nicht durch Abschneiden eines Korkes eines anderen Strahles nach Vergrößerung des Korkes des erstgewendeten, um den auf ihn ausgeübten Zug zu verstärken). Als ich den Kork eines 3. Strahles kleiner nahm, erfolgten nur anhaltende effectlose Torsionen der 5 Spitzen. Diese sind jedoch theoretisch wichtig, weil sie beweisen, dass *Astropecten* auch ohne die Möglichkeit einer Anheftung unzweifelhafte Wendebewegungen selbst dann macht, wenn die ganze Dorsalfläche unberührt bleibt. Am folgenden Tage war das Thier völlig normal und wendete sich auf dem Boden wie sonst in weniger als 12 Minuten um.

Der Versuch beweist also, dass die Selbstwendung aus rein centralen Ursachen erfolgt, Seesterne ohne Haftpunkt sich wenden können und das Centrum einen ungleich starken Zug seiner Radien nach oben unterscheidet.

Digitized by Google

Diese Schlussfolgerungen werden durch weitere ähnliche, allerdings zeitraubende Versuche bestätigt, indem ein *Astropecten*, der nur an 4 Radien suspendirt ist, den 5. freien zuerst herabzieht. *Asterias glacialis* macht ebenfalls frei schwebend Wendetorsionen, verharrt aber stundenlang ungewendet in der ungewohnten Lage.

Die mittels eines Korkes und einer Nadel mit der Ventralseite nach oben im Wasser schwebend erhaltenen Ophiuren, besonders *Ophioderma*, machen sehr energische Selbstwendungsversuche. —

Die Gesammtheit der über die merkwürdige Erscheinung der Selbstwendung angestellten Experimente ergiebt somit auf das Bestimmteste, dass es sich hier um eine Bewegung handelt, welche ohne äußere periphere Reflexreize zu Stande kommt.

Wenn aber das Centralorgan und, bei den Asteriden, sogar die untergeordneten Centren des Radialmarks resecirter Strahlenstücke den Impuls zur Selbstwendung aussenden, dann muss ihnen von irgendwoher der Anstoß dazu kommen. Entweder ist dieser Anstoß central oder centripetal. Im ersteren Falle könnte an eine durch die ungewöhnliche Lage bedingte Circulationsstörung gedacht werden. Ich habe jedoch Frösche, denen ich alle Eingeweide mit dem Herzen und den großen Blutgefäßen entfernt hatte, die verblutet und ganz blass waren, sich sehr schnell selbst wenden sehen. Ein solcher Einfluss ist also ausgeschlossen. Im zweiten Falle ließe sich an Hautreize denken. Aber, abgesehen davon, dass die unberührten schwebenden Seesterne sich auch umdrehen können, habe ich den völlig am Rumpf und an allen 4 Extremitäten enthäuteten Frosch, wenige Minuten nach Vollendung der Enthäutung, auch dann sich geschickt in der gewöhnlichen Weise selbst wenden gesehen, wenn ich ihn 24 Stunden vorher decapitirt hatte. Also hat Vulpian, der ebenfalls die Frösche ohne Rückenhaut und Großhirn sich selbst wenden sah, Recht, wenn er die Tendenz zur normalen Haltung für central und unabhängig von einer Hautreizung ansah. Goltz ist im Irrthum mit der Behauptung, der enthäutete Frosch wende sich nicht (»Functionen der Nervencentren des Frosches« 1869, p. 74).

Schließlich bleibt für die Erklärung der Selbstwendung des Frosches zur Zeit kaum eine andere plausible Annahme übrig, als die von Steiner, welcher, die Selbstwendung »Retrosubversion« nennend (»Untersuchungen über die Physiologie des Froschhirns«, Braunschweig 1885, p. 25), die durch die Rückenlage bewirkte Änderung der Muskelspannung und die damit gegebene Erregung centripetaler Nerven als nothwendig für die Erregung des Centrum — ich würde

Digitized by Google

es das Selbstwendungscentrum nennen — ansieht. Demnach wären es Muskel- oder Innervationsgefühle, die das merkwürdige Phänomen bedingen. Ich finde keinen Grund gegen die Anwendbarkeit dieser Hypothese auch auf Seesterne. Nur dass diesen natürlich viele Selbstwendungscentren zukommen müssen, da einzelne Stücke sich wenden. Die Ophiuren können nur im centralen Nervenring diese Centren haben, die Asteriden auch im Radialmark.

Abwehrbewegungen.

Schon durch die bisher mitgetheilten Beobachtungen über die Motilität der Seesterne, namentlich ihre Bewegungen zur Erhaltung des Gleichgewichts und ihre Locomotionen, ist es in hohem Grade wahrscheinlich geworden, dass diese Thiere nicht allein einer sehr ausgebildeten Coordination, sondern auch einer gewissen Wahl in ihrem Thun und Lassen fähig sind. Die zur Abwehr von Schädlichkeiten und von Eindrücken, welche Unlust zu erregen geeignet erscheinen, ausgeführten Bewegungen unterstützen diese Annahme durchaus. Und wenn frühere Beobachter, wie Romanes und Ewart, ausdrücklich erklären, sie hätten an Echinodermen niemals andere als Reflexbewegungen wahrgenommen, so widerspricht dem schon Manches in ihren eigenen Berichten (z. B. die Kletterkunststücke der Asteriden und das Aufsuchen der Nahrung bei Ophiuren).

Von dem Wunsche erfüllt, unzweideutige Beweise für selbständige psychische Functionen bei Seesternen und Schlangensternen zu haben, ließ ich es mir angelegen sein, sie sozusagen in Verlegenheit zu setzen, sie möglichst ohne Verletzungen in noch niemals erlebte Situationen zu bringen, welche die Erfindung von neuen Hilfsmitteln zur Abwehr, Flucht, Befreiung benöthigen. Reflexbewegungen sind dadurch charakterisirt, dass auf den Reiz normalerweise die Muskelcontraction schnell folgt und nur durch Vermittlung eines nervösen Centrum zu Stande kommt, indem ein centripetaler Nerv seine Erregung intercentral auf einen centrifugalen (Muskel-)Nerven überträgt. Alle Reflexbewegungen sind außerdem schon oft von dem ausgewachsenen Thiere ausgeführt worden. Die nun zu schildernden Abwehrbewegungen führten die Thiere zum ersten Male in ihrem Leben aus. Statt »Radius« oder »Strahl« setze ich dabei »Arm«, weil jene hier wie Arme fungiren.

Einer frisch gefangenen *Ophiomyxa* mit 4 Armen von 15 cm und einem autotomirten von nur 8 cm Länge, schob ich über den letz-

Digitized by Google

teren einen sehr eng anschließenden Kautschukschlauch von $5^1/_2$ cm Länge und 5 mm Lumendurchmesser, so dass $2^1/_2$ cm des Armes frei blieben und legte das Thier auf den Rücken. Sogleich versuchte es, mit dem beschuhten Arm oben, die Selbstwendung, welche jedoch missglückte, weil derselbe nicht hoch genug gehoben wurde. Das Thier ließ darauf einen anderen Arm nach oben gehen, wendete sich und kroch sofort schnell so, dass der bekleidete Arm hinten nachschleifte und durch die kleinen Unebenheiten des Bodens der Schlauch etwas abgestreift wurde. Als aber die völlige Abstreifung so nicht gelang, hielt das Thier an und bog einen Nachbararm so gegen den Kautschukschlauch (welcher Anfangs bis an die Scheibe vorgeschoben war), dass die kleinen Stacheln sich an den unteren Rand desselben anstemmten und einige kräftige Stöße des zu diesem Behufe sehr zweckmäßig gebogenen Armes genügten, den Schlauch vollends abzustoßen.

Bei Wiederholung der Beschuhung eines 15 cm langen intacten Armes wurde dieser beim Selbstwenden oben übergeschlagen, die Abstreifung durch Kriechen mit Reibung wieder vergeblich versucht, hierauf der bekleidete Arm vertical nach oben gehalten und hin und her bewegt, wie ein Metronompendel. Der schon durch das Schleifen auf dem Boden etwas gelockerte Schlauch stieg dann endlich durch die Schleuderbewegungen centrifugal an dem langen Arm vorrückend perpendiculär empor und schwamm fort. Jetzt wurde der Arm wieder gesenkt und wie vorher horizontal bewegt.

Die dritte Beschuhung wieder eines anderen Armes desselben Exemplars hatte das Abbrechen des frei gebliebenen Stückes durch Selbstamputation zur Folge. Die Selbstwendung geschah durch Überschlagen eines unversehrten Armes und der beschuhte wurde dann etwas gehoben. Der Schlauch saß aber zu fest um den Armstumpf bis dicht an der Scheibe. Er wurde nun wieder gesenkt und dicht an die letztere angelegt, förmlich an ihr gerieben, der Schlauch rutschte aber nur wenige Millimeter centrifugal fort. Nach diesen erfolglosen Bemühungen ihn abzustreifen, trat eine längere Pause ein, dann auf einmal legte sich der lange Nachbararm fest auf den Schlauch, ihn sichtbar von oben gegen den Boden andrückend, und jetzt wurde der Arm gleichmäßig stetig aus ihm herausgezogen wie ein Finger aus dem festgehaltenen Handschuh! Darauf blieb der lange Arm auf dem Schlauch noch länger als 1 Minute liegen, ihn mit Gewalt zu Boden drückend. Endlich wurde er losgelassen und schwebte empor.

Digitized by Google

Am folgenden Tage schob ich demselben Individuum einen Kautschukschlauch von 9 mm Durchmesser, 37 mm Länge, 2 mm Dicke, über einen der noch 150 mm langen Arme bis an das Centrum. Jetzt zog sich derselbe sogleich 3 cm weit heraus und der Rest war dem Thiere in seinen Bewegungen kaum noch hinderlich. Es hob z. B. einen Arm über den Rand des flachen Gefäßes in die Luft, zog ihn zurück und trennte sich von dem Schlauch erst beim Wenden, nachdem ich es umgelegt hatte, indem es ihn emporsteigen ließ. Diese Hülse störte deshalb nicht, weil sie viel weiter war als die vom Tage vorher.

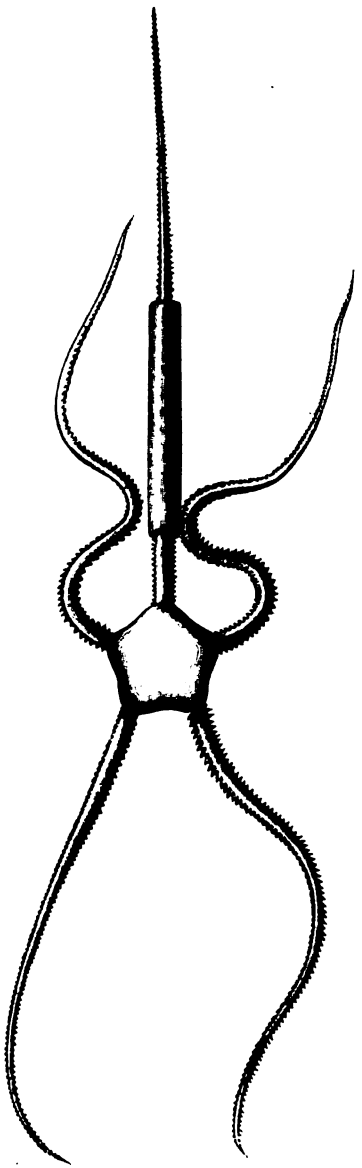


Fig. 27.

Sowie ich die letztere wieder überstülpte, stemmte sich ein Nachbararm mit einer seiner Stacheln gegen den Rand, bog ihn so, dass der beschuhte Arm nun aus dem fixirten Rohr centripetal schnell herausgezogen werden konnte und zugleich dasselbe weit fortgestoßen wurde. Die Fig. 27 giebt eine Skizze des Stadiums, in welchem der Schlauch eben entfernt werden soll.

Solcher Versuche habe ich an kräftigen Ophiomyxen nicht wenige stets mit demselben Endergebnis angestellt und demonstrirt.

Ophiodermen verhalten sich ebenso. Nur 2 Beispiele:

Einer frischen *Ophioderma longicauda* schob ich schnell einen enganschließenden 5 cm langen Kautschukschlauch über einen Arm bis an dessen Ursprung. Sofort Fluchtversuche: ein ganzer Arm

Digitized by Google

wurde in die Luft über den Rand der flachen Schale gehoben, dann zurückgezogen. Hierauf wurde der beschuhte Arm hin und her bewegt, pendelförmig, zuerst langsam, dann immer schneller geißelförmig, schließlich rückte die Hülse von der Scheibe ab und wurde förmlich fortgeschleudert. Nach 5 Minuten war das Thier frei.

Nun wiederholte ich diesen Versuch mit einem größeren Individuum und sah, dass dieses, da der Kautschukschlauch zu fest saß, um wie eben abgestreift oder durch Schleuderbewegungen entfernt werden zu können, zuerst den einen, dann den anderen Nachbararm S-förmig biegend, mit den kleinen Zähnen gegen den unteren Theil des Schlauches andrückte und fortschob, während zugleich der ihn tragende Arm sich zurückzog (Fig. 27). Dauer des ganzen Versuches 13 Minuten. Weniger frische Thiere brauchen mehr Zeit zu dieser äußerst zweckmäßigen Abwehrbewegung. Die Latenzzeit kann eine Stunde überschreiten.

Aus den beschriebenen und ähnlichen leicht zu variirenden Versuchen ergiebt sich zunächst, dass Ophiuren in 5-fach verschiedener Weise sich gegen die beim Tasten und Kriechen ihnen sehr hinderliche Bekleidung mit einem Schlauche vertheidigen: 1) streifen sie ihn ab durch Reibung am Boden, wenn er locker ist, 2) schleudern sie ihn fort durch geißelförmiges Hin- und Herwerfen, 3) drücken sie ihn fest gegen den Boden mit dem freien Nachbararm und ziehen den Arm aus dem dadurch fixirten Rohre heraus, 4) stemmen sie abwechselnd beide Nachbararme mit deren Zähnchen unten gegen dasselbe und schieben ihn ruckweise ab, 5) brechen sie durch Selbstamputation den Arm mit der unbequemen Bekleidung ab. Hilft das eine Verfahren nicht, dann wird das andere angewendet. Sehe ich hier von dem letzten, der Autotomie, ab, von der noch die Rede sein wird, so beweist schon allein die 4-fache Art der Abwehr, bei einem und demselben Individuum unter denselben äußeren Verhältnissen, dass hier kein einfacher Reflex vorliegt. Vielmehr besitzen die Ophiuren die Fähigkeit sich ganz neuen, von ihnen noch niemals erlebten Situationen schnell anzupassen.

Wenn Intelligenz auf dem Vermögen beruht, Erfahrungen zu machen, d. h. zu lernen, und das Erlernte in neuer Weise zweckmäßig zu verwerthen, so müssen also die Ophiuren sehr intelligent sein. . . .

Niemals sah ich derartige complicirte Bewegungen bei Asteriden, und namentlich bei diesen nichts, was einem Wischen eines Radius mit einem benachbarten nach Reizung des ersteren ähnlich sähe.

Digitized by Google

Sticht man eine Insectennadel mit einem großen Korkstück dorsal in die Rückenhaut eines Strahles von *Luidia* oder *Asterias*, so wischt keine von beiden die Stelle. Die Nadel bleibt stehen. *Luidia* pflegt zwar dann öfters die Spitze des Radius centrodorsal spiralig zusammenzudrehen, aber dieser Vorgang ist meistens nur der Vorläufer einer Autotomie. Von Abbürsten oder Abreiben keine Spur, selbst wenn die Nadel eine bedeutende Abhebung der Rückenhaut — nach oben kegelförmig — wegen des starken Zuges des Korkes bewirkt, oder chemisch, thermisch, elektrisch gereizt wurde, so dass die Erregung der sensorischen Rückenhautnerven stark sein musste.

Uraster hat mir hierbei lebend nicht vorgelegen, aber es ist nach den Erfahrungen an anderen Asteriden sehr unwahrscheinlich, dass er, wie ROMANES und EWART ohne nähere Angaben bemerken, nach dorsaler Reizung eines Strahles mit dem Nachbarstrahl darüber hinfahre, als ob er etwas wegwischen (»bürsten«) wolle. Unrichtig ist jedenfalls die Verallgemeinerung, jeder Seestern verfahre so. Vielleicht haben zufällige Coincidenzen die Beobachter getäuscht. Können doch nicht einmal die beweglichsten Ophioglyphen eine in 1 oder 2 ihrer Radien geführte Insectennadel sicher wegschieben; sie brechen den Strahl eher ab.

Die hauptsächliche Abwehrbewegung der Asteriden ist vielmehr nach den verschiedensten Reizungen die Einziehung der Ambulacralfüßchen und Verschließung des Ambulacralcanals. Von dieser Reflexaction war bereits ausführlich die Rede.

Hingegen habe ich noch über das Verhalten der Crinoiden oder wenigstens des Hauptvertreters derselben, des *Antedon rosaceus*, einige Beobachtungen gesammelt, welche sich hier passend anschließen.

Verzeichnis der Abbildungen in Holzschnitt.

Fig. 1. Reiz-Irradiation bei *Asterias* 39
- 2. Desgleichen bei *Asterina* 40
- 3. Desgleichen bei derselben nach Radiärschnitten. 45
- 4. Desgleichen bei *Asterias* nach Radiärschnitten 59
- 5. Desgleichen bei derselben nach radiärer Amputation 60
- 6. Desgleichen bei derselben nach Basal-Amputation. 61
- 7. Reflexbahnen 77
- 8. Saugmechanismus 82

Digitized by Google

Fig. 9. Locomotion der Asteriden 87
- 10. Richtungsänderung bei *Luidia*. 88
- 11.
- 12. Locomotion der Ophiuren 90
- 13. »Enthirnung« der Ophiuren 91
- 14. Locomotion der Ophiuren mit 4 Strahlen 92
- 15. Isolirung der *Asterias*-Strahlen 94
- 16. Klettern der Ophiuren an Asteriden 95
- 17. Selbständige Umkehrung der Asteriden 97
- 18. Resection und Ablösung eines Radius 98
- 19. Isolirung eines *Asterina*-Radius 98
- 20. Radiäre künstliche Theilung einer *Asterias* 100
- 21. Isolirte Radien mit 1, 2, 3, 4, 5 Centren 100
- 22.
- 23. Durch Commissurenschnitte isolirte Radien. 103
- 24. Selbstwendung der Ophiuren 105
- 25. Suspension der Luidien 119
- 26. Suspension der Asteriden 120
- 27. Abwehrbewegung der Ophiuren 124

Digitized by Google

Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers.

Von

Anton Dohrn.

Mit Tafel 2—5.

XI. Spritzlochkieme der Selachier, Kiemendeckelkieme der Ganoiden, Pseudobranchie der Teleostier.

Einleitung.

Vor nahezu fünfzig Jahren las JOH. MÜLLER vor der Berliner Akademie den dritten Theil seiner Vergl. Anatomie der Myxinoiden — am 11. Nov. und 9. Dec. des Jahres 1839. Der zweite Abschnitt dieses, die Angiologie behandelnden Theiles seiner neuen Grundlegung der Vergl. Anatomie beschäftigte sich mit dem »Gefäßsystem der Nebenkiemen und accessorischen Athemorgane und mit der Natur der Nebenkiemen der Fische« und beginnt mit folgender historischer Einleitung:

»*Unter dem Namen Nebenkiemen kennt man gewisse blutreiche, den wahren Kiemen täuschend ähnliche, aber viel kleinere Organe, welche bei den meisten Knochenfischen am Gaumentheil der Kiemenhöhle, hinter dem queren Gaumenmuskel, vor oder nach außen von dem oberen Ende der Kiemen liegen, und einen Kamm von Blättchen mit Knorpelstrahlen und federiger Vertheilung der Blutgefäße darstellen. Man ist erst spät auf sie aufmerksam geworden; Broussonet (Ichthyologie. Dec. I. Lond. 1782) beschrieb sie zuerst bei mehreren Fischen und sprach die jetzt ziemlich allgemein verbreitete Meinung aus, dass diese Organe dieselbe Athemfunction wie die Kiemen haben. Die Blätter dieser Nebenkieme, die er Pseudobranchie*

Digitized by Google

nennt, sind nach ihm niemals doppelt, wie an den Kiemen, sondern einfach, sie sind nicht auf einem knöchernen Bogen fixirt und bilden an ihrer Basis eine Art Wulst und die Haut, welche die Kiemenhöhle bekleidet, bedeckt sie zum Theil. Nach ihm ist die Arterie der Pseudobranchie ein Zweig des Astes der Kiemenarterie zur äußersten Kieme .... Rosenthal beschrieb (Verh. d. Ges. Naturf. Freunde 1829) die Pseudobranchien bei mehreren Fischen und vermisste sie bei einigen .... Meckel (Syst. d. vergl. Anat. VI. p. 179. 1833) führte diese Untersuchung über eine größere Anzahl Fische fort und gab ein Verzeichnis von 44 Gattungen mit Nebenkiemen und 29 Gattungen ohne dieselben .... Mehrere ausgezeichnete Beobachter neuerer Zeit sprachen sich zufolge des den Nebenkiemen und Kiemen analogen Ursprungs der Gefäße für die Identität der Kiemen und Nebenkiemen aus, wie Rathke und Meckel; und auch Lereboullet, wiewohl er sich nicht auf den Ursprung der Gefäße dieser Pseudobranchien berief, scheint die Ähnlichkeit im Bau beider Organe in diesem Sinne auszulegen und stellt auch die respiratorische erste halbe Kieme der Störe und Chimären mit den Nebenkiemen der Knochenfische in eine Kategorie.«

Von den Autoren, die Joh. Müller hier erwähnt, beansprucht Rathke die größte Beachtung, da man voraussetzen darf, dass er in seinem berühmten Werke »Anatomisch-philosophische Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere, Riga u. Dorpat 1832«, die einschlägigen Fragen mit der Gründlichkeit und dem Scharf- und Weitblick behandelt habe, die allen seinen Arbeiten einen so dauernden Werth verleiht. Zudem ist der später hervorgetretene Zwiespalt über die Homologie-Bestimmung der in dieser Studie behandelten Organe allem Anscheine nach auf Äußerungen und Anschauungen Rathke's zurückzuführen, und so erscheint es geboten, theils der Unparteilichkeit zu Liebe, theils um weiteres Licht auf die Art und Weise zu werfen, wie einseitig und ungründlich später diese Frage behandelt worden, wörtlich zu citiren, was Rathke zur Sache bemerkt. Es heißt l. c. p. 52:

»Außer den soeben beschriebenen Kiemen kommt bei vielen Grätenfischen, ja, wie es mir scheint, wohl bei der Mehrzahl derselben, noch ein Paar anderer und sehr viel kleinerer vor, die man mit dem Namen Nebenkiemen belegt hat. Eine jede von ihnen besteht aus einer kurzen und meistens durchweg ganz einfachen Reihe von Kiemenblättchen, die an denjenigen Theil der Mundhöhlenhaut, welcher die innere Fläche des Quadratknochens bekleidet, angeheftet und schräg von

Digitized by Google

oben und vorn nach unten und hinten gerichtet ist, so dass also die Blättchen selber ziemlich gerade von vorn nach hinten gehen.«

RATHKE beschreibt den Bau der Kiemenblättchen dieser Nebenkiemen und in einer Anmerkung die Beziehungen der Blutgefäße, wie sie nach seiner Auffassung zwischen der Nebenkieme und den Hauptkiemen so wie den Gefäßen des Kopfes bestehen. Er schreibt (l. c. p. 53):

»Das Blut, welches diesen Nebenkiemen zuströmt, kommt namentlich bei den Clupeen und Salmen, die ich darauf näher untersucht habe, aus einigen Venen des Kopfes her. Die vorzüglichste von ihnen gehört entweder zur unteren Wand des Schädels oder vielleicht, was mir jedoch weniger der Fall zu sein schien, zum Gehirn, und theilt sich auf der oberen Fläche der hinteren Hülfte vom Körper des Keilbeines in zwei divergirende Äste, deren jeder dann in das obere Ende der Kieme seiner Seite eindringt und die meisten Blättchen der Kieme mit Blut versorgt. Die übrigen und kleinen Venen gehören dem Kiemendeckel an und dringen in das untere Ende der Kieme ein. Seinen Abzug aber aus diesem Gebilde nimmt das Blut durch eine enge, sehr lange und ganz einfache Arterie, die schräg nach unten und vorn zum Zungenbeinbogen derselben Seite hingeht, innerhalb derselben bis zu der Stelle läuft, wo sich dieser Bogen mit dem der anderen Seite verbindet und endlich in das untere Ende der Vene von der ersten Hauptkieme derselben Seite übergeht.«

Gegen diese RATHKE'sche Auffassung wendet sich später HYRTL und gegen Beide JOH. MÜLLER, wie ich nachher anführen werde. RATHKE fährt aber auf p. 54 fort, die vergl.-anatomischen Beziehungen der Nebenkiemen der Teleostier zu behandeln und schreibt:

»Auch bei den Stören trifft man Nebenkiemen an, jedoch nicht, wie bei vielen Grätenfischen, nur ein Paar derselben, sondern zwei Paare. Beide sind der Form und Größe nach von einander gar sehr verschieden, und die des einen Paares haben ihre Lage zum größeren Theile vor, zum kleineren Theile gegenüber den Quadratknorpeln, die des anderen Paares aber sind der inneren Seite der Kiemendeckel angeheftet. Die des ersteren Paares, oder die vorderen, sind die kleineren und haben eine ähnliche Stellung und auch eine ähnliche Form, als die gewöhnlichen Nebenkiemen der Grätenfische, insbesondere derjenigen, bei welchen die beiden Reihen der Blättchen einer jeden Hauptkieme unter einander zum Theil verwachsen sind ..... Auch scheinen ihre Blutgefäße von denselben Theilen zu kommen und zu denselben Theilen zu gehen, wie bei den Grätenfischen. Das Merk-

Digitized by Google

würdigste aber an ihnen ist der Umstand, dass sie von vorn her die innere Mündung eines ziemlich langen Ganges verdecken, der dicht vor dem Quadratknorpel seine Lage hat, mit einer Fortsetzung der Schleimhaut der Mundhöhle ausgekleidet ist, immer enger werdend nach außen und oben hinaufsteigt und sich mit einer verhältnismäßig nur kleinen Mündung an der Außenfläche des Kopfes öffnet. Die andere und sehr viel größere Nebenkieme hat ihre Lage an der inneren Seite des Kiemendeckels und besteht aus einer großen Anzahl gefiederter Blättchen, die alle von vorn (vom Quadratknorpel) nach hinten strahlenförmig aus einander fahren, mit ihren Enden beinah bis an den hinteren Rand des Kiemendeckels reichen, fast nach ihrer ganzen Länge mit der Haut, die des Kiemendeckels innere Seite bekleidet, verwachsen sind und eben so viele dünne Knorpelstäbe einschließen. Die Stäbe gehen jedoch nicht etwa in den harten Theil des Kiemendeckels über, sondern sind nach ihrer ganzen Länge nur durch Haut und Zellstoff mit ihm verbunden. Die Arterie dieser Kieme ist, wie die Arterie einer jeden Hauptkieme, ein Zweig der großen Kiemenschlagader, und ihre Vene hilft, wie die Vene einer jeden Hauptkieme, die Wurzel der Aorta zusammensetzen. Das Gebilde, von dem zuletzt die Rede war, ist seiner Lage und Verbindung mit dem Quadratbeine halber wohl ohne Zweifel als das Analogon der Nebenkieme der Grätenfische zu betrachten, hauptsächlich dadurch, dass es mit dem Kiemendeckel verwachsen ist, und dass seine Blutgefäße mit den übrigen Blutgefäßen des Körpers in etwas anderen Verbindungen stehen. Die kleinere Nebenkieme der Störe dagegen, obschon sie eine ähnliche Form und eine ähnliche Gefäßverbindung als die Nebenkieme der Grätenfische besitzt, scheint dennoch ein ganz neues Gebilde zu sein, da sie nicht, was vorzüglich von Wichtigkeit ist, wie die Nebenkieme der Grätenfische mit dem Quadratbeine selbst in Verbindung steht, sondern vor demselben gelagert und befestigt ist. Der Ursprung ihrer Gefäße kann gegen diese Deutung wohl keinen Einwand geben, weil bei den verschiedenen Wirbelthieren die Blutgefäße hinsichtlich ihres Ursprunges und ihres Verlaufes so große Verschiedenheiten darbieten, wie kein anderer Theil weiter.«

Auf p. 56 begründet Rathke fernerhin, dass die große Nebenkieme der Störe mit der ersten sog. halben Kieme der Haifische homolog sei und nennt sogar das erste Kiemendiaphragma der Haifische ihren Kiemendeckel, und in consequenter, wenn auch, wie wir sehen werden, irriger Auffassung sagt er auf p. 60:

»dass die halbe Kieme der Haifische in Hinsicht ihrer Lage und

Digitized by Google

ihrer Verbindung der gewöhnlichen Nebenkieme der meisten Grätenfische analog ist, und sich von dieser hauptsächlich nur durch ihre größere Ausbreitung unterscheidet«.

Es wird dem aufmerksamen Leser dieses ganzen Citates nicht entgehen, dass sich RATHKE selbst in einen Widerspruch verwickelt. Anfänglich scheint er geneigt, die vordere Nebenkieme der Störe mit der Teleostier-Nebenkieme zu vergleichen, wie er denn besonders die Gleichartigkeit ihrer Blutgefäßausrüstung hervorhebt. In sehr richtiger Weise betont er die Lagerung der Stör-Nebenkieme vor dem Spritzlochcanal, wodurch ja die einzige wirklich entscheidende topographische Bestimmung gegeben ist, gegenüber dem Wirrwarr von vor, gegenüber, auf, an, hinter dem Quadratknochen, mit welchen Bezeichnungen er selbst, noch mehr aber seine Nachfolger operirt haben. Und diese Lagerung der Teleostier-Nebenkieme z. Th. hinter dem Quadratknochen, wie bei *Cyclopterus lumpus*, bestimmen ihn denn auch schließlich, die Homologisirung der Teleostier-Nebenkieme mit der zweiten, Kiemendeckelkieme, der Störe zu behaupten, und dem schweren Einwurf der anderen Blutgefäßverbindung mit der Bemerkung aus dem Wege zu gehen, »die Blutgefäße der verschiedenen Wirbelthiere böten hinsichtlich ihres Ursprunges und Verlaufes so große Verschiedenheiten, wie kein anderer Theil,« ergo könne man sie nicht berücksichtigen.

Es könnte fast als Ironie erscheinen, dass dieser Satz von demselben Manne geäußert worden, der später mehr als irgend ein Anderer dazu beigetragen hat, die Gesetzmäßigkeit des arteriellen Gefäß-Ursprungs und Verlaufes bei den Embryonen der Wirbelthiere festzustellen, und dessen Schema der Aortenbogen-Entwicklung noch heute die Ultima ratio aller Handbücher der vergl. Anatomie und Entwicklungsgeschichte ist. Indess: RATHKE veröffentlichte sein Werk über den Kiemenapparat im Jahre 1832, und wenn er auch damals nicht voraussah, wie wichtig die Gefäßbeziehungen gerade des Kiemenapparates mit dem Gehirn und Auge sein würden, so hat er doch später diesen Irrthum glänzend reparirt.

Glücklicherweise ergriff wenige Jahre später JOH. MÜLLER dasselbe Problem, und unter seiner mächtigen Hand ward das Thema der Pseudobranchien eines der bestbehandelten und an Resultaten reichsten der vergl. Anatomie, wie er denn auch selbst l. c. p. 217 sagt:

»*Von der drüsigen Form der Pseudobranchie aus war die Untersuchung eröffnet worden, die allmähliche speciellere Kenntnis des Ge-*

Digitized by Google

fäßsystems dieser Organe sowohl als der kiemenartigen Nebenkiemen stieß auf so merkwürdige Structurverhältnisse, dass ich keinen Anstand nehme, den Bau der Nebenkiemen unter die merkwürdigsten Thatsachen der vergl. Anatomie zu rechnen.«

Und so führt ihn die Entdeckung der sog. drüsigen Form der Pseudobranchien zunächst zur Feststellung der Identität derselben mit den freien Formen — eine Feststellung, die sich aus den schrittweisen Übergängen der einen Form in die andere ergab. 280 Gattungen von Knochenfischen wurden auf diese Frage hin untersucht, wobei 39 ohne Nebenkiemen befunden wurden, 43 hatten unsichtbare oder verdeckte drüsige Formen, 198 besaßen die freie Form. Ihre Lagerung wurde genau bestimmt, glücklicherweise aber auf die Stellung gegenüber, vor oder hinter dem Quadratknorpel kein Gewicht gelegt, dagegen aber das allerhöchste auf die Gefäßbeziehungen.

Und dabei ergaben sich denn die bemerkenswerthesten Thatsachen.

Zunächst wendet sich JOH. MÜLLER gegen die von RATHKE gegebene Darstellung des Blutlaufes, die er wörtlich citirt, mit folgenden Worten:

»*Gegen diesen Fluss spricht die Vertheilung der Kräfte am Kreislauf des Blutes. Denn das Blut, was aus den Körpervenen den Nebenkiemen zufließen könnte, steht unter dem Druck des Herzens, abgezogen den Widerstand des Capillargefäßsystems der Kiemen und desjenigen des Körpers, durch welche beide es durchgegangen ist. Das Blut in den Kiemenvenen hingegen steht unter stärkerem Druck, nämlich dem Druck des Herzens, abgezogen den Widerstand des Capillargefäßsystems der Kiemen; folglich kann ein mit den Körpervenen zusammenhängendes Gefäß der Nebenkieme das Blut nur den Körpervenen, nicht der Nebenkieme, das mit den wahren Kiemen zusammenhängende Gefäß nur das Blut zur Nebenkieme führen.*

»*Hyrtl in seiner ausgezeichneten Arbeit über das Gefäßsystem der Fische (Medicin. Jahrbücher des österreich. Staates. Neueste Folge Bd. XV. 1838) fand jedoch den Ursprung der Gefäße dieser Nebenkiemen abweichend von dem der Kiemen. Nach ihm entspringen die Arterien der Nebenkiemen, wie die des Kiemendeckels, Zungenbeins aus der Verlängerung der ersten Kiemenvene nach unten, während die meisten Theile des Körpers aus der Verlängerung der Kiemenvenen nach oben oder aus dem Aortensysteme ihre Arterien erhalten. Hiernach schließt Hyrtl, dass die Nebenkieme den Charakter einer Kieme verliere. Die Venen der Nebenkieme müssten, sagt derselbe,*

Digitized by Google

wenn sie wahre Kieme wäre, sich in die Kiemenvenen einmünden, dagegen sie nach Hyrtl bei Salmo hucho in die Jugularvene übergehen.«

In der That schreibt HYRTL (l. c. p. 243) das Folgende:

»*Bei Accipenser sturio, Salmo hucho geht die Verlängerung der ersten Kiemenvene, nachdem sie aus dem Gefäßcanale des ersten Kiemenbogens herausgetreten ist, und in die hier befindliche Musculatur Zweige nach Art einer Arterie abgesendet hat, zur inneren Fläche und dann zum oberen Rande des Zungenbeines, betritt eine Furche, welche in der ganzen Länge des Knochens nach rückwärts läuft, schickt zu jedem Radius branchiostegus einen Zweig, tritt an die vordere Fläche des Zungenbeingelenkes, dann an der äußeren Flüche des Quadratknochens zur inneren desselben Knochens, und gelangt so zu den Nebenkiemen, in welchen sie sich nach Art einer Arterie verliert.*«

Und in einer Anmerkung fügt er hinzu:

»*Dieser Umstand ist von größter Wichtigkeit, weil dadurch die sog. Nebenkieme den Charakter einer Kieme verliert, was auch durch die durchaus differente mikroskopische Gefäßverästelung bestätigt wird. Die Venen der Kiemenstämme müssten, wenn sie eine wahre Kieme wäre, sich in die Kiemenvenen einmünden, und nicht in die Jugularvene, was doch beim Huchen geschieht.*«

JOH. MÜLLER seinerseits beschreibt nun folgendermaßen den Gefäßverlauf der Pseudobranchie (l. c. p. 220 ff.):

»*Die Arterien der Pseudobranchien*« *[nämlich der von ihm »drüsige« Form genannten]* »*sind in allen Fällen durchaus dieselben, wie die der gewöhnlichen Nebenkiemen, nämlich entweder ein Ast der Arteria hyoidea, die dann vom Kiemendeckel her zur Nebenkieme tritt, oder ein Ast des von Hyrtl entdeckten Circulus cephalicus wie beim Hecht, oder sie entspringt von beiden Seiten her, wie bei den Lota, Gadus, Lucioperca, Perca u. A. Die Arteria hyoidea entspringt aus dem Bauchende der ersten Kiemenvene, durchbohrt oft zuerst das untere Ende des Zungenbeins wie bei den Cyprinus, Gadus u. A., folgt dem oberen Rande des Zungenbeinbogens, Äste an das Zungenbein und die Kiemendecken abgebend, kommt dann am unteren Rande des Os temporale, das Suspensorium des Unterkiefers durchbohrend, an der inneren Seite des Kiemendeckels zum Vorschein, und geht nach Abgabe einiger Zweige zur Haut an der Innenseite des Kiemendeckels direct zum vorderen Rande der Nebenkieme. Sie anastomosirt bei ihrem Erscheinen am Kiemendeckel mit einem Kiemendeckelzweige der Carotis posterior bei Lucioperca oder in der Nähe der Nebenkieme mit einem Zweige aus dem vorderen*

Digitized by Google

Stücke des Circulus cephalicus, wie bei den Gadus, wodurch ein Circulus cephalicus lateralis entsteht.«

Hieran schließt sich die Beschreibung des Gefäßverlaufes innerhalb der Blättchen der Pseudobranchie — eine Beschreibung, die ich hier nicht zu wiederholen brauche. Wohl aber habe ich anzuführen, was JOH. MÜLLER über den Verlauf der Vene der Pseudobranchie sagt. Es heißt l. c. p. 222:

»*Der wichtigste Punkt in der Organisation der Nebenkiemen, mögen sie die eine oder die andere (drüsige oder freie) Form haben, ist ihr Verhältnis zum Auge, welches so constant zu sein scheint, dass diese Nebenkiemen zwar nicht zum Athmen, aber zum Sehen der Fische im engsten Verhältnisse stehen. Nicht alle Theile des Auges erhalten nämlich bei den Fischen mit Nebenkiemen ihr Blut aus dem Arteriensystem des Circulus cephalicus. Dahin gehören nur die Iris, Sclerotica, der Sehnerv mit den von ihm abhängigen Theilen und die Augenmuskeln, deren Arterien vom Arteriensystem ausgefüllt werden. Alles Blut hingegen, welches der Glandula choroidalis und der von ihr abhängigen Choroidea zugeführt wird, kommt nicht aus dem Arteriensystem zunächst, sondern durch die Arteria ophthalmica magna von der Nebenkieme, deren Vene sich in der Art einer Pfortader in eine Arterie verwandelt und bei den Knochenfischen keinen Theil mit Blut versieht als die Glandula choroidalis des Auges, aus welcher das Blut durch eine eben so große Vene, Vena ophthalmica magna, in die obere Jugularvene geführt wird.*

»— *Der Verlauf der Nebenkiemenvene zum Auge ist folgender. Alles Blut, was durch die Arterie der Nebenkieme in dieser auf der einen Seite vertheilt worden, sammelt sich auf der anderen in den aus allen Federchen kommenden kleinen Venen und gelangt aus diesen in das an der Basis der Nebenkieme sich herziehende Stämmchen, welches aus keinem anderen Theil als der Nebenkieme Blut aufnimmt. — — Das von der Nebenkieme kommende starke Gefäß wendet sich bei allen Fischen mit Pseudobranchien quer einwärts gegen das Keilbein, meist von einer Schicht des queren Gaumenmuskels bedeckt und hängt durch einen über dem Os basilare sphenoideum durchgehenden Zweig mit der Nebenkiemenvene der anderen Seite zusammen. Der Stamm der Vene oder die Arteria opthalmica magna biegt dann ohne Weiteres zur Augenhöhle um und tritt ins Auge ein, ohne irgend einen Ast abgegeben zu haben.«*

Nach weiteren ausführlichen Detailangaben fährt JOH. MÜLLER folgendermaßen fort (l. c. p. 224):

Digitized by Google

»*Aus dem Vorstehenden ergiebt sich, dass bei den von mir untersuchten Fischen alles Blut der Arteria ophthalmica magna ad rete mirabile chorioideum durch das Capillargefäßsystem der Nebenkiemen hindurch muss, dass es entweder hier chemisch verändert und venös der Chorioidealdrüse zuströmt, wie das Milzblut der Leber, oder dass die ganze Nebenkieme als Wundernetz berechnet ist, mit dem Widerstand ihrer Capillaren die Blutbewegung in der Chorioidea zu verlangsamen. — — Eine andere Erklärung der Thatsachen lässt sich nicht einsehen. Von den zum Auge gehenden zwei starken Gefäßstämmen verbindet der eine mit dicken arteriösen Wänden das Auge und zwar zunächst die Choroidaldrüse mit der Nebenkieme, der zweite das Auge mit der vorderen Hohlvene. Entweder geht also das arterielle, der Nebenkieme zugeführte Blut durch jenen Stamm zum Auge und kehrt durch die Vena ophthalmica magna zur Hohlvene zurück, oder das Blut geht aus der Hohlvene oder Jugularis subvertebralis durch die Vena ophthalmica magna zum Auge und durch das andere Gefäß vom Auge zur Nebenkieme und dann zum Kiemenvenenblut. Das letztere ist unmöglich, da das Blut aus den Körpervenenstämmen keine Bewegungskraft besitzt, um, nachdem es schon das Capillargefäßsystem der Kiemen und dann des Körpers überwunden, noch zwei Capillargefäßsysteme des Auges und der Nebenkiemen zu passiren und obendrein den ganzen frischen Druck aus den Kiemenvenen gegen die Nebenkiemen überwinden müsste.*

Wären die Pseudobranchien bloß in der kiemenartigen freien Form gegeben, so wäre der Ursprung ihrer Arterien aus einer Kiemenvene noch kein sicherer Beweis, dass sie nicht dem Athmen dienen. Denn das Blut, welches in den wahren Kiemen schon geathmet hat, könnte nochmal in den Nebenkiemen athmen und auf diese Weise sauerstoffreicher dem Auge zufließen. Die tief verdeckte Lage der Pseudobranchien in so vielen Fischen und die Größe dieser verdeckten drüsigen Pseudobranchien bei mehreren Fischen, wie bei den Esox, Coryphaena u. a., welche nichts weniger als einen rudimentären Zustand anzeigt, endlich der Übergang der bedeckten in die halbbedeckten, wie bei dem Salm u. a., beweisen zur Genüge die gänzliche Heterogenität dieser Organe von den Kiemen.«

Nachdem Joh. Müller so den Gefäßverlauf der Pseudobranchien der Teleostier auf das Minutiöseste erforscht und festgestellt hat, giebt er sich an die Untersuchung derselben Structuren bei Sturionen und Selachiern. Dabei sagt er l. c. p. 232.

»*Die Störe haben bekanntlich zweierlei Nebenkiemen. Die große*

Digitized by Google

Nebenkieme liegt am Kiemendeckel und stellt eine Wiederholung einer Kiemenhälfte dar, die zweite liegt an der vorderen Wand des Spritzloches am Gaumen und ist sehr klein, sie besteht aus Falten mit kleineren Querfalten. v. Baer hat sie zuerst, dann Rathke, Meckel, Lereboullet erwähnt. Die große Nebenkieme am Kiemendeckel, welche allgemein mit der Pseudobranchie der Knochenfische zusammengestellt wurde, ist eine respiratorische oder wahre Kieme, da sie nach Rathke's und Hyrtl's Beobachtungen, zu welchen ich meine eigenen hinzufügen kann, dunkelrothes Blut aus der Kiemenarterie wie alle Kiemen erhält und hinwieder durch ihre Vene mit den wahren Kiemenvenen zusammenhängt. Die kleine zweite, von v. Baer als Analogon der Nasenfalten der Petromyzon, von den übrigen als Nebenkieme angesehen, verglich ich bereits in meiner ersten Mittheilung über die Nebenkiemen zufolge ihrer Lage allein mit der Pseudobranchie der Knochenfische. Ihre Identität mit der Pseudobranchie geht nun aus meinen Beobachtungen über das Blutgefäßsystem derselben hervor.«

Joh. Müller beschreibt nun detaillirt den Verlauf der Blutgefäße des Sturionenkopfes mit Bezug auf die in Rede stehenden Kiemendeckel- und Spritzlochnebenkiemen.

»*Der Ast der Kiemenarterie zum ersten Kiemenbogen giebt auch die Arterie der Kiemendeckelkieme.*

»*Die Kiemenvene setzt sich nach unten und vorn fort, folgt dem Zungenbein an dessen unterer Seite bis zur Verbindung des Zungenbeins mit dem Suspensorium des Unterkiefers, dann schlägt sie sich um das unterste Glied dieses Suspensoriums nach außen und oben und theilt sich da, wo das zweite und dritte Stück des Suspensoriums knieförmig verbunden sind, an der äußeren Seite dieses Knies in zwei Äste. Der eine begleitet das unterste Stück vom Suspensorium des Unterkiefers zu den Kiefern und verbreitet sich in den Mundtheilen und ihren Muskeln. Der andere schlägt sich nach einwärts an der unteren Seite eines dicken Muskels, der vom Cranium zu der oberen Portion des Suspensoriums vom Unterkiefer geht, gelangt über dem oberen Kieferapparat rückwärts gegen das Spritzloch und die Spritzlochnebenkieme und verzweigt sich ganz darin.*

»*Die Vene der Spritzlochnebenkieme geht vorwärts entlang dem Seitenrand der Basis cranii und theilt sich in zwei Äste von gleicher Stärke, der eine ist die Arteria ophthalmica, welche das Auge hinten durchbohrt, wo sie abgeht aber noch einige kleine Orbitalzweige abgiebt. Der andere durchbohrt den Knorpel der Basis cranii von unten*

Digitized by Google

nach oben, hängt außer der Schädelhöhle mit dem der anderen Seite nicht zusammen und versorgt das Gehirn. Zweige dieser Arterie durchbohren die Kopfknorpel, dringen in die Orbita und hängen mit den Orbitalzweigen der Carotis posterior zusammen.«

Und sehr kategorisch, aber mit vollstem Recht fährt JOH. MÜLLER fort:

»In Betreff der Vergleichung der Knochenfische, Sturionen und übrigen Knorpelfische zeigt sich jetzt als unstatthaft, die Pseudobranchie der Knochenfische als Analogon der ersten halben Kieme der Plagiostomen anzusehen, wie es bisher allgemein geschehen ist. Dieser Kieme ist vielmehr nur die Kiemendeckelkieme der Sturionen zu vergleichen. Dieser Umstand ist für die Stellung der Störe im System wichtig, zeigt ihre Verwandtschaft mit den Plagiostomen und ihre Entfernung von den Knochenfischen an, von denen kein einziger eine wahre respiratorische Kiemendeckelkieme hat.

»Durch den Besitz der Pseudobranchie am Spritzloch participiren die Störe nicht allein an den Eigenschaften der Knochenfische. Denn, wie wir zeigen werden, haben auch die Plagiostomen die Pseudobranchie der Störe, ja die Vertheilung der Blutgefäße an der Pseudobranchie stimmt bei den Stören und bei den Plagiostomen ganz überein und unterscheidet sich in gleicher Weise von der bei den Knochenfischen gewöhnlichen Anordnung.«

Und nun beschreibt JOH. MÜLLER die Verhältnisse des Spritzloches und der Spritzlochkieme bei den Haifischen und Rochen, und sagt von den Gefäßverbindungen (l. c. p. 236):

»Aus unserer Untersuchung über das Gefäßsystem dieses Organs ergiebt sich mit völliger Sicherheit, dass es eine Pseudobranchie ist, und sich in allen Beziehungen der Pseudobranchie der Störe gleich verhält. Die sehr starke Arterie des kleinen Organes entspringt aus dem mittleren Theile der vorderen halben Kieme, wendet sich aufwärts über das Unterkiefergelenk zum Spritzloch und liegt in der Nähe des Spritzloches oberflächlich, so gelangt sie zur äußeren Seite des Spritzloches und vertheilt sich dann an die Blätter des Kammes auf die gewöhnliche Weise. Die Vene entspringt aus den Falten und ist die Fortsetzung der Arterie, eine Vena arteriosa. Sie steigt gegen den Gaumen herab und vertheilt sich von hier am Kopf, Gehirn und Auge, so dass Zweige in die Augenmuskeln und vorderen Theile des Kopfes, eine größere Arterie ins Auge selbst, ein anderer größerer Zweig in den Schädel eindringt.«

Was ich hier aus dem Werke JOH. MÜLLER's wiedergegeben

Digitized by Google

habe, ist nur das gerade Nothwendige und bildet einen minimalen Theil der an Reichthum des Materiales, Gründlichkeit der Durcharbeitung und Fülle der Gesichtspunkte unübertrefflichen Arbeit.

Aber daran ließ sich JOH. MÜLLER noch nicht genügen. Aus der sorgfältigen Saat erwuchs ihm noch weitere Ernte. In seiner Schrift »Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden und über das natürliche System der Fische, Berlin 1846« kommt er noch einmal auf die Pseudobranchien zurück und spricht sich l. c. p. 16 ff. folgendermaßen aus:

»*In meiner Abhandlung über die Nebenkiemen und Pseudobranchien habe ich bewiesen, dass die falschen Nebenkiemen oder Pseudobranchien mit der Bedeutung der Wundernetze, bei den Plagiostomen und Sturionen sowohl als bei den Knochenfischen vorkommen, dass dagegen eine wahre accessorische Kieme vor dem ersten Kiemenbogen am Kiemendeckel bei keinem Knochenfisch erscheint und die Sturionen auszeichnet, welche sie mit den Plagiostomen gemein haben, obgleich die Plagiostomen den Kiemendeckel entbehren. Ebendaselbst wurde bewiesen, dass die Störe beides, die accessorische wahre Kiemendeckelkieme und die Pseudobranchie, letztere im Spritzloch, besitzen. Diese Eigenschaft, eine respiratorische Kiemendeckelkieme besitzen zu können, ist den Stören nicht eigen, in wie fern sie Störe, sondern, wie jetzt gezeigt werden soll, in wie fern sie Ganoiden sind, denn die Ganoiden weichen durch diesen Charakter von den Knochenfischen ab, und nähern sich wieder, wie im Klappenbau, den Plagiostomen.*

»*Die Einheit der Störe mit den Ganoiden ist mir lange verborgen geblieben und ich hatte sie noch nicht eingesehen, selbst als ich die zahlreichen Klappen des Polypterus kennen gelernt hatte, wie aus meinem Bericht über Agassiz' Poissons fossiles im letzten Jahresbericht hervorgeht, wo ich bereits die Mittel besaß, die Sclerodermen, Gymnodonten, Siluroiden, Goniodonten und Lophobranchier von den Ganoiden zu trennen; aber auch die Sturionen schienen mir damals noch den Ganoiden fremd zu sein. Dies war nothwendig in der ganzen Entwicklung meiner ichthyologischen Untersuchungen begründet. Es hatte sich nämlich bei den Beobachtungen über die Nebenkiemen als Eigenthümlichkeit der Störe vor den anderen Fischen mit Kiemendeckel und freien Kiemen herausgestellt, eine respiratorische Kiemendeckelkieme zu besitzen, welche bis dahin von keinem anderen Fisch mit Kiemendeckel und freien Kiemen, auch von keinem Ganoiden bekannt war. Sie fehlt auch den Polypterus und ich hatte daher bis dahin keinen hinreichenden Grund, die Störe und die Ganoiden zusammenzubringen. Dazu*

Digitized by Google

kommt, dass die von den Stören untrennbaren Spatularien durch ihre Nacktheit mit den so stark beschuppten Ganoiden keine Vergleichungspunkte darboten. Nachdem ich aber Gelegenheit erhalten, Lepidosteus zu untersuchen und jetzt bei Lepidosteus gerade diese Eigenthümlichkeit einer respiratorischen Kiemendeckelkieme wiedergefunden, so war die Stellung der Störe unter den Ganoiden auf der Stelle klar und entschieden, und die früher nur von den Stören von mir nachgewiesene Eigenschaft, eine respiratorische Kiemendeckelkieme zu besitzen, wurde jetzt zu einer den Ganoiden überhaupt von der Natur zugestandenen, den eigentlichen Knochenfischen aber versagten Eigenschaft.«

Joh. Müller beschreibt nun auf das Genaueste den Blutgefäßverlauf des *Lepidosteus*, wiederholt aufs Neue kategorisch, dass kein Knochenfisch die respiratorische Kiemendeckelkieme besäße und giebt schließlich (l. c. p. 19) eine Übersicht der Ganoiden mit Bezug auf ihr gleichzeitiges Vorhandensein oder Fehlen des Spritzloches, der Pseudobranchie und Kiemendeckelkieme.

Die hohe Bedeutung der Unterscheidung von Pseudobranchie und Kiemendeckelkieme geht aus all diesen Citaten wohl zur Genüge hervor, und eben so der entscheidende Nachdruck, den ein Mann wie Joh. Müller auf die von ihm so peinlich und mühselig festgestellten Gefäßverbindungen legte.

Es war darum auch nicht zu verwundern, dass spätere Bearbeiter sich fast nur darauf beschränkten, Müller zu excerpiren und ohne Weiteres seine Resultate als feststehend in das Archiv der Wissenschaft, *vulgo* Hand- und Lehrbücher, eintrugen. Mit vollster Anerkennung des von Müller Geleisteten that es zunächst Stannius in seinem »Lehrbuch der vergl. Anatomie der Wirbelthiere« Berlin 1846 p. 107 ff., ferner in der 2. Aufl. desselben Werkes aus dem Jahre 1854, worin der Verf. ausdrücklich bemerkt (l. c. p. 220):

»*Unsere Kenntnisse über die Pseudobranchien und namentlich ihr Verhältnis zum Gefäßsystem verdanken wir J. Müller, der ihr Verhalten in seinem Meisterwerke, der »vergl. Anatomie des Gefäßsystems der Myxinoiden« mit bewundernswerther Genauigkeit geschildert hat.*«

In der 1. Auflage seiner »Grundzüge der vergl. Anatomie« Leipzig 1859 schließt sich auch Gegenbaur *pure* den Resultaten J. Müller's an, indem er auf p. 567 sagt:

»— *Die Zahl der Kiemen kann aber auch vermehrt sein, indem an der Innenfläche des Kiemenoperculum eine Reihe Kiemenblättchen auftritt, die als Nebenkieme bezeichnet wird. Es ist diese bei*

Digitized by Google

Ganoiden und Chimaeren vorhanden und wohl von den Pseudobranchien zu unterscheiden, die einer großen Anzahl von Selachiern und Knochenfischen, auch mehreren Ganoiden zukommend, nur kiemenähnliche, aber stets arterielles Blut empfangende Gebilde darstellen, die meist an der oberen Wand der Kiemenhöhle befestigt sind. Das gleichzeitige Vorkommen von Nebenkiemen und Pseudobranchien, wie z. B. bei Lepidosteus, lehrt, dass beide Gebilde morphologisch nicht identisch sein können.«

Damit schien, bei der Autorität, welche das eben citirte Werk sich allmählich erwarb, diese Angelegenheit für immer geschlichtet, der Widerspruch, der sich zwischen Rathke und Joh. Müller herausgestellt, zu Gunsten des Letzteren beseitigt zu sein. Und das war, wie gesagt, nach so überaus eingehenden und sorgfältigen Untersuchungen des großen Berliner Anatomen nicht zu verwundern.

Allein diese Ruhe sollte nicht lange dauern.

Im Jahre 1870 erschien die sehr vergrößerte und nach darwinistischen Gesichtspunkten gänzlich umgearbeitete zweite Auflage der Gegenbaur'schen »Grundzüge« und in ihr liest man auf p. 809:

»Die Spritzlöcher finden sich bei manchen Selachiern nur im Jugendzustande vor und werden später durch einen von der Rachenhöhle ausgehenden Blindsack angedeutet. — Die im Spritzloche vorhandenen Kiemenblättchen bilden sich in die Pseudobranchie um oder schwinden völlig, selbst wenn ein Spritzloch fortbesteht.«

Und nun folgt mit gesperrter Schrift:

»Die sogenannte Pseudobranchie der Teleostier ist eine andere als die der Selachier, mit der sie meist wegen der übereinstimmenden Anordnung der Blutgefäße zusammengeworfen ward, sie ist die Kieme des Zungenbeinbogens, Operkularkieme.«

Fände man diese Äußerung in irgend einem der vielen Lehrbücher, wie sie dutzendweise in den letzten Jahrzehnten gekommen und gegangen sind, so würde es Niemand der Mühe werth halten, mit ihrem Verfasser darüber zu rechten und zu streiten. Aber die 2. Auflage der Gegenbaur'schen Grundzüge steht auf einem anderen Boden, sie ist noch heute das autoritativste Lehrbuch der vergl. Anatomie, in viele Sprachen übersetzt und wird vorzüglich in ihrem die Wirbelthiere betreffenden Theile als die Grundlage unseres Wissens in der vergl. Anatomie angesehen. Der Verfasser selbst hat sie zu zwei neuen Auflagen, in wenn auch condensirter Form als »Grundriss« verarbeitet, deren letzte aus dem Jahre 1878 datirt, und auch in ihnen hält er dieselbe Doctrin aufrecht, freilich ohne an irgend einer

Digitized by Google

Stelle anzudeuten, was ihn bewogen habe, dem gewaltigen Beweisapparat eines Mannes wie Joh. Müller den Rücken zu drehen und von seiner, die Fundamente aufdeckenden Arbeit über die Beziehungen des Blutgefäßsystems zu der Pseudobranchie in den Ausdrücken zu sprechen, die oben citirt sind.

Der Gang meiner Beweisführung von der wahrscheinlichen Existenz präoraler Kiemen bei den Vorfahren der heutigen Wirbelthiere bringt mich nun zu einer Darstellung der Phylogenese des Carotidensystems, welche eine der nächsten Studien enthalten wird. Diese Darlegung knüpft an die fundamentalen Thatsachen an, welche Joh. Müller in den oben citirten beiden Werken festgestellt hat, verfolgt sie aber auf dem bisher kaum betretenen Boden einer Beschreibung des embryonalen Zustandekommens dieser merkwürdigen Gefäßbeziehungen und wird dabei nicht nur eine Reihe neuer und wichtiger Facta aufdecken, sondern auch den Beweis liefern, dass Joh. Müller mit vollstem Rechte so nachdrückliches Gewicht auf die Gefäßverbindungen der in Rede stehenden Kiemen legte, Rathke sehr mit Unrecht dieselben als schwankend ansah, Gegenbaur selbst aber in die peinliche Alternative geräth, seine Correctur der Joh. Müller-schen Feststellung entweder als eine unüberlegte erklären zu müssen, oder aber zuzugeben, dass ihm die Tragweite der Gefäßverbindungen in vergleichend anatomischer und phylogenetischer Beziehung gänzlich unklar geblieben. Und dieser Vorwurf wiegt um so schwerer, als er wiederum die Thatsache in grelles Licht stellt, dass Prof. Gegenbaur die vergleichende Untersuchung der Skelettverhältnisse allzu exclusiv betont und sich keine Rechenschaft davon giebt, wie die Gefäßverbindungen ein mindestens eben so fundamentaler Factor in der Organisation der Vertebraten sind, wie Skelettverhältnisse und Nervenbahnen, und dass die *großen* Gefäße jedenfalls *phylogenetisch* älter sind, als das Skelett, und *ontogenetisch* früher entstehen, als die Visceralknorpel und ungleich früher als die später aus und auf diesen sich bildenden Knochen.

1. Die Gefäße der Spritzlochkieme bei den Selachiern.

In der VII. Studie (Mitth. Z. Stat. Neapel 6. Bd. 1885) habe ich auf p. 5 unter der Überschrift »Entstehung und Differenzirung der Gefäße des Hyoidbogens« das Zustandekommen der Gefäßverbindungen zwischen dem Conus arteriosus und den Carotiden bei Selachiern beschrieben. Die Hauptzüge dieser Beschreibung recapitulire ich hier.

Digitized by Google

Die Hyoidarterie entspringt aus der vordersten Theilung des Conus arteriosus, welcher an dem unpaaren Körper der Thyreoidea seine vordere Grenze findet. Die Hyoidarterie geht beiderseits in den Hyoidbogen ab, steigt anfänglich gerade darin hinauf und bildet jederseits eine Aortenwurzel. Bei ihrem Aufsteigen durch den Hyoidbogen entsteht die hintere Hyoidvene als Lacune neben der anfänglich gleichfalls lacunären Arterie. Zwischen beiden Lacunen bilden sich die Gefäßschleifen in den Kiemenblättchen aus, welche, wie bekannt, am Hyoidbogen nur der aboralen Seite zukommen. Dass es auch Lacunen nach der oralen Seite giebt, habe ich schon früher erwähnt, will ich aber um so mehr hier übergehen, als davon in der Carotidenstudie ausführlicher gehandelt werden wird.

Die Hyoidarterie verläuft in späteren Embryonalstadien blind in dem Parenchym des Hyoidbogens, nachdem ihr dorsaler Theil sich von ihr abgeschnürt hat und als dorsale Fortsetzung in den Lauf der hinteren Hyoidvene übergegangen ist. (Über diesen Process, der bei allen Kiemenarterien- und Venen der Selachier stattfindet, vgl. IV. Studie, Mitth. Z. Stat. Neapel. 5. Bd. 1884, p. 107 und 108.)

Bei der Darstellung der Gefäßentwicklung der echten Kiemenbogen habe ich (vgl. IV. Studie p. 108 und 109) hervorgehoben, dass sich eine Quercommissur, außen von der Kiemenarterie, gerade an der Stelle, wo sich später der Knorpel-Kiemenbogen anlegt, zwischen der vorderen und hinteren Vene jedes Bogens bildet, und dass ein großer Theil des Blutes der hinteren Vene übergeht in die vordere Vene, welche in Folge dessen in ihrem dorsalen Theil sehr viel umfangreicher wird.

Eine solche Quercommissur entspringt auch an der mittleren Stelle der hinteren Hyoidvene; da aber keine vordere Hyoidvene mehr existirt, so müsste diese Quercommissur blind endigen — wenn sie nicht schon zur Zeit, wo alle diese Gefäßbahnen noch mehr oder weniger lacunär sind, ihr Blut in die Mitte der Arterie des Spritzlochbogens ergösse. (Vgl. VII. Studie p. 6, Taf. 1 und 2 Fig. 1*a*, 2*b*, 3, 3*a*, 5.)

Dies Factum mag Vielen nebensächlich und kaum der Mühe werth erscheinen, beschrieben zu werden. In Wirklichkeit besitzt es sehr bedeutende Tragweite, nicht bloß für die Entscheidung der streitigen Frage nach der Homologie der Pseudobranchie der Teleostier, sondern für die fundamentalsten Probleme der Wirbelthiermorphologie.

Wenn Joh. Müller den Bau der Nebenkiemen unter die merk-

Digitized by Google

würdigsten Thatsachen der vergleichenden Anatomie rechnete (l. c. p. 218) und wenn die Gefäßverbindung und die verdeckte Lage der sog. drüsigen Pseudobranchien ihn zu dem Schlusse drängte, dass sie ein von den wirklichen Kiemen gänzlich heterogenes Organ seien, wenn er schließlich in ihnen vor allen Dingen ein Wundernetz sah, und ihre Gefäßverbindung mit einem anderen Wundernetze, der Choroidaldrüse, als ein wunderbares, der Bedeutung nach dunkles Factum betrachtete, so muss ich ihm völlig beipflichten und seinen außerordentlichen Scharfsinn bewundern, der ihn eines der wichtigsten Probleme aufdecken ließ zu einer Zeit, wo weder die technischen noch auch die logischen Mittel zu seiner Lösung existirten.

Es ist in der That ein überaus merkwürdiges Verhältnis, dass das bereits geathmet habende Blut aus den Blättern der Hyoidkieme durch die Quercommissur direct in die Spritzlocharterie geräth, dort noch einmal durch die Kiemenblätter der Spritzlochkieme circulirt, um dann in den Circulus cephalicus und den ganzen Kopfkreislauf einzugehen. Dass dies keine ursprüngliche Veranstaltung sein kann, leuchtet wohl Jedem ein, der die Kreislauf-Morphologie und -Physiologie der Wirbelthiere kennt, dass also irgend ein wichtiger Umstand eingetreten sein muss, der es aus normaleren Zuständen hervorgehen ließ, wird ebenfalls zugegeben werden müssen — dann aber steht man vor dem Problem: welches waren die ursprünglichen, normaleren Gefäßbeziehungen? und: welches waren die Einflüsse, die sie störten und die gegenwärtigen anormalen Verhältnisse zu Wege brachten?

Joh. Müller konnte sich im Jahre 1838 diese Fragen nicht stellen; die Lehre von dem Bauplan, der aller Organisation zu Grunde lag, von den festen Typen, von der Immutabilität der Arten, verlegte ihm den Weg schon zu der richtigen Fragestellung und trieb ihn vielmehr zu dem Irrwege, in der Constitution des vermeintlichen Wundernetzes den zureichenden Grund zur Existenz der Pseudobranchie zu sehen und ihre Heterogeneität von den wirklichen Kiemen zu behaupten. Er blieb vor einem Räthsel stehen; und wenn fünfzig Jahre seitdem vergangen sind, ohne dass Jemand von Neuem dies Räthsel mit derselben Intensität gefühlt hat, wie Müller, — nun so liegt es wohl zum Theil daran, dass sich die Wege der Forschung schier ins Unermessliche ausgedehnt haben und vielfache neue Richtungen sich Bahn brachen, wodurch viele Kräfte absorbirt wurden, zum großen Theil aber auch an der bereits betonten Einseitigkeit, mit der Skelett- und Nervenprobleme

Digitized by Google

als diejenigen angesehen und behandelt wurden, deren Bearbeitung das Gesammtproblem der Wirbelthier-Morphologie zur Lösung führen müssten, — eine Einseitigkeit, welche Joh. Müller gegenüber um so mehr einen Rückschritt bedeutet, als die für viele Fälle gewiss wohlthätige Ausscheidung physiologischer Gesichtspunkte von der Behandlung morphologischer Fragen in das Dogma umschlug: physiologische Betrachtungen müssten gänzlich von dem Bereich der auf Feststellung der Homologien ausgehenden vergleichenden Anatomie getrennt werden. Die Morphologie gerieth damit in eine Sackgasse, aus der die Umkehr dringend geboten erscheint.

Stellen wir uns die erste der beiden oben definirten Fragen zur Beantwortung, so müssen wir sofort zugestehen, dass die Spritzlochkieme von Hause aus sicherlich ihr Blut eben so wie die anderen Kiemen direct aus dem Conus arteriosus empfing, ohne Vermittlung und Betheiligung der hinteren Hyoidvene und ihrer Quercommissur. Ihre Structur als Kieme ist von vorn herein so unzweifelhaft, dass wir ihre Existenz nicht begreifen könnten, wenn wir sie nicht in Verbindung mit einem Blutgefäß uns vorstellen, das aus dem Conus arteriosus hervorgehend, kohlensäurehaltiges Blut in ihre Blättchen behufs der Athmung überführte. Die Verbindung mit der Quercommissur der hinteren Hyoidvene müssen wir also als später eingetreten betrachten und uns dieselbe bei der Reconstruction des primitiveren Verhaltens wegdenken.

Welches aber war das Gefäß, das aus dem Conus arteriosus direct in die Spritzlochkieme führte? Ist es noch erhalten, oder hat es jener anderen Verbindung zum Opfer fallen müssen?

Ich verweise wiederum auf die Darlegung in der VII. Studie p. 5—7, wo ich eine kleine, aus der Vorderseite der Arteria hyoidea zu beiden Seiten der Thyreoidea-Anlage entspringende Arteria thyreo-mandibularis beschrieben habe, und glaube nicht zu irren, wenn ich in diesem Gefäße die ursprüngliche ventrale Partie der Spritzlochkiemen-Arterie sehe. Die Frage ist nur, ob dies Gefäß nicht noch andere Bedeutung hat? Ob sie nämlich nicht in ihrem basalen Theile nur die Fortsetzung des Conus arteriosus bildet, aus dem noch weitere Kiemenarterien hätten ihren Ursprung nehmen sollen, vor allen Dingen, ob nicht eines der vielen lacunären Gefäße, welche die Anlage der Thyreoidea umgeben, ursprünglich mit diesem basalen Theile der Arteria thyreo-mandibularis in Connex stand und kohlensäurehaltiges Blut an die Schilddrüse abgab, dadurch den

Digitized by Google

ursprünglichen Charakter der Thyreoidea als ehemaliger Kieme andeutend. Ich verweise auf das hier liegende Problem mit um so größerem Nachdruck, als die Debatten über Ursprung und Bedeutung der Thyreoidea neuerdings an Intensität zu gewinnen scheinen und die Function derselben zu gleicher Zeit einen immer deutlicheren Charakter gewinnt, das Räthsel ihrer Herkunft unter dem Gesichtspunkt des Functionswechsels aber nur noch verwickelter wird. Ausführlicher wird eine besondere Studie über den Conus arteriosus der Fische davon handeln.

Dies mag sich indess verhalten, wie es wolle — der weitere Verlauf der Arteria thyreo-mandibularis scheint die Annahme zu unterstützen, dass sie der Canal war, durch welchen verbrauchtes Venenblut in die Spritzlochkieme geführt ward, um hier oxydirt zu werden.

Den Namen Arteria thyreo-*mandibularis* habe ich diesem Gefäß aber beigelegt, nicht, weil ich der Meinung bin, es sei die Arterie des Kieferbogens — sie wird desshalb auch hin und wieder als Arteria *maxillaris* beschrieben — sondern weil in sie ein Gefäß einmündet, welches aus dem Unterkiefer stammt, oder aber in dem Unterkiefer sich ausbreitet. Diese Verbindung macht das Verständnis der Arteria thyreo-mandibularis erst recht schwierig; ich will aber hier zunächst davon Abstand nehmen, auf das Problem einzugehen, welches in dieser Gefäßverbindung für den Phylogenetiker sich darbietet, und nur die Beziehungen zur Spritzlochkieme behandeln.

Es ist bekannt — und meine Darstellung (VIII. Studie p. 60) hat darauf speciell hingewiesen — dass der ventrale Abschnitt der Spritzlochspalte bei den Selachiern sich frühzeitig schließt, d. h. dass die beiden Ränder sich wieder vereinigen, nach innen eine Rinne bildend, die von mir als Pseudobranchialrinne beschriebene Bildung hervorrufend. Es ist begreiflich, dass an dieser ventralen Partie keine nach außen vorragenden Kiemenblättchen sich bilden können; die wirklich existirenden Kiemenblättchen der Spritzlochkieme befinden sich oberhalb, an dem dorsalen Theil der ursprünglich ganz offenen Spalte. Aber auch hier sitzen sie nur an dem unteren Abschnitt des übrig bleibenden Theiles der Gesammtspalte: der dorsalste Abschnitt derselben bildet keine Blättchen.

Es ist fernerhin bekannt, dass die Spritzlochspalte nur *eine* Reihe Kiemenblättchen besitzt; an der hinteren Seite des Spritzloches, welche dem Hyoidbogen angehört, bilden sich keine Kiemenblättchen aus.

Digitized by Google

Es treffen nun, wenig unterhalb der tiefsten Stelle des offen bleibenden Abschnittes der Spritzlochspalte, die Arteria thyreo-mandibularis und die Quercommissur der hinteren Vene des Hyoidbogens zusammen und ergießen gemeinsam ihr Blut in die wenigen Blättchen der Spritzlochkieme.

Wie das Blut aus der Spritzlochkieme weiter gegen die Hypophysis und den Circulus cephalicus verläuft, will ich an dieser Stelle nicht erörtern, dazu wird sich eine bessere Gelegenheit weiter unten und in einer der nächsten Studien über das Carotidensystem ergeben.

Fragen wir nun also noch einmal: welches waren die ursprünglichen, normalen Verhältnisse des Blutlaufes in Bezug auf die Spritzlochkieme? so werden wir sagen müssen, dass zunächst die Spritzlochspalte eben so groß und offen gewesen sein muss, wie die übrigen Kiemenspalten, dass fernerhin die Kiemenblättchen nicht nur am dorsalen Theile sondern auch an dem, jetzt geschlossenen, ventralen vorhanden waren, dass also auch die hintere Vene neben der Arteria thyreo-mandibularis ventralwärts vorausgesetzt werden muss.

Es ergiebt sich aber auch ferner, dass an der hinteren Seite der Spritzlochspalte oder, was dasselbe sagen will, an der vorderen Seite des Hyoidbogens eine Kiemenblättchenreihe gesessen haben muss. Denn man mag sich vorstellen, dass die Entodermtaschen die primitiven Anhänge der Wirbelthierkiemen gewesen seien und die Kiemenblättchen nur eine Oberflächenvergrößerung ihres entodermalen Epithels vorstellen, oder man mag annehmen, dass ectodermale äußere Anhänge der Kiemenbogen ursprünglich existirten, welche erst allmählich in die später sich bildenden Kiemenspalten hineinrückten und so von Entodermepithel überzogen wurden — immer wird man annehmen müssen, dass die Vorderseite des Hyoidbogens eine Kiemenblättchenreihe trug, und dass mit ihr eine vordere Kiemenvene verbunden war, welche wie die der wirklichen Kiemen in die Aorta als vorderste Aortenwurzel einmündete, oder aber eine Carotidenwurzel bildete — was schließlich nur einen Unterschied im Namen, nicht in der Sache bildet.

Ich lasse die bereits früher betonte Wahrscheinlichkeit einstweilen völlig dahingestellt, ob in dem Hyoidbogen nicht noch eine weitere Kieme ursprünglich bestanden habe, und in welchem Verhältnisse eventuell die Thyreoidea zu dieser Frage steht. Es ist, wie ich schon früher (VII. Studie p. 46 ff.) erörterte, nicht unwahrscheinlich, dass die Thyreoidea als Kiemenspalte der Reihe nach zwischen Spritzlochspalte und Hyoidspalte zu rechnen sei; aber ich

Digitized by Google

übersehe viel zu gut die Anforderungen, die sich einem bündigen Beweise einer solchen Hypothese entgegenstellen, als dass ich an dieser Stelle darauf weiter eingehen oder mit derselben als einer endgültig erwiesenen weiter zu operiren suchen sollte[1]. Hat eine zweite Kieme für den Hyoidbogen bestanden, so ändert das zunächst für das hier behandelte Problem nicht viel, denn dann ist sie eben mit vorderer und hinterer Kiemenblättchenreihe verschwunden, und die hintere Wand des Spritzloches würde eben die vordere Kiemenblättchenreihe nicht der Hyoidkieme, sondern eventuell der Hyomandibularkieme gebildet haben, und müsste als solche gleichfalls eine ihr zugehörige vordere Hyomandibularvene besessen haben. Dann würde die Quercommissur der hinteren Hyoidvene eben auch die

[1] Es möchte geboten sein, einen kurzen Seitenblick auf die neuesten, viel Anziehendes bietenden Versuche zu werfen, die Complication des Wirbelthierkopfes mittels Appells an die sog. Kiemen-Sinnes-Organe zu lösen, wie es Dr. JOHN BEARD in seinem Aufsatz »the System of Branchial Sense Organs and their associated Ganglia in Ichthyopsides« (Quart. Journ. of Micr. Science 1885, p. 95—151) versucht. Ohne aber in die Discussion über Recht und Unrecht der in diesem Aufsatz aufgestellten Theoreme einzugehen, möchte ich hier nur einen Punkt klar zu stellen versuchen.

Mr. BEARD sucht die Verhältnisse des N. facialis in Einklang zu bringen mit einem neuen »Schema« der Kopfnerven. Dies Schema besteht in der Dreitheilung jedes der segmentalen Kopfnerven, und wird gebildet durch ein Hauptganglion und drei davon ausgehende Zweige, die Rami prae-, post- und supra-branchialis. Der Ramus supra-branchialis innervirt die aus der weiteren Entwicklung des als ursprünglich mit dem Ganglion verschmolzen gedachten Kiemen-Sinnesorgans hervorgehenden sog. Schleimcanäle.

Wie mit allen »Schemata« gesehieht, kommt der Verfasser auch mit diesem neuesten etwas ins Gedränge. Man braucht nur einen Blick auf die schematischen Fig. 45 u. 46 auf Taf. X zu werfen, um zu begreifen, dass hiermit die morphologische Sphinx des Wirbelthierkopfes noch nicht überwältigt worden. So gern ich bereit bin, die Hypothese als werthvoll und berechtigt anzuerkennen, Ohr und Nase als umgewandelte Kiemen-Sinnesorgane zu betrachten, — womit ich freilich nicht eine Anerkennung ihrer Wahrheit ausgesprochen haben will, — so kann ich doch die Durchführung des obigen Schemas nur theilweise als gelungen betrachten. Der Verf. versucht unter Anderem auch VAN WIJHE's und meiner Hypothese über die Natur des Hyoidbogen, als zwei verschmolzenen Bogen entsprechend, dadurch einen weiteren Halt zu geben, dass er den Ramus ophthalmicus superficialis und den Ramus buccalis als die diesen beiden Segmenten entsprechenden Rami supra-branchiales des Facialis hinstellt. Dabei scheint ihm aber entgangen zu sein, dass aus dem Hauptstamm des Facialis ein Ast hervorgeht, welcher, sobald er unterhalb des ventralen Endes der Spritzlochspalte angekommen ist, sich nach vorn herumschlägt und die Schleimcanäle des Unterkiefers innervirt. Wie reimt sich das mit seinem Schema? Von diesem Ast wird weder im Texte gesprochen, noch findet man ihn auf den beiden schematischen Figuren angedeutet.

Digitized by Google

ausgefallene Hyomandibularspalte überbrückt haben — eine Möglichkeit, die um nichts schwieriger vorzustellen ist, als die Wirklichkeit, dass sie die Spritzlochspalte überbrückt.

Stellt man sich nun in dieser Weise den normalen Zustand vor, wie er bei den Vorfahren der heute lebenden Selachier aller Wahrscheinlichkeit nach bestanden hat, so tritt die zweite Frage ein: was waren die functionellen Motive, die zu der veränderten Gestaltung führten, die wir heute beobachten und die oben von mir beschrieben ist?

Mit dieser Frage verlassen wir das positive Gebiet der vergleichend-anatomischen Thatsachen und Schlüsse und betreten den schwankenden Boden der phylogenetischen Hypothesen und Möglichkeiten.

Als zunächst liegende Hypothese bietet sich uns die Annahme dar, dass die relative Vergrößerung des Mundes der Selachier die stärkste Ursache für die Zurückdrängung der auf ihn folgenden Kiemen bildete. Je größer der Mund ward, je fähiger also auch der ganze Fisch, im Kampf um das Dasein sich zu behaupten und obzusiegen, um so stärker mussten auch diejenigen Hilfsapparate des Mundes werden, mittels deren seine Hauptfunction sich vollzog: die Muskeln, die Knorpel und die Zähne. Bedurfte also einerseits der Mund selbst größeren Raumes, um eine größere Öffnung zu ermöglichen, so war andererseits wieder für den größeren Mund ein gewaltiger Bewegungsapparat und für diesen wiederum ein entsprechend größerer Stützapparat erforderlich.

Man kann dem entgegenhalten, wesshalb denn die Vergrößerung des Mundes beschränkend und reducirend nur nach der hinter ihm liegenden Seite gewirkt haben soll, wesshalb nicht eine Raumgewinnung nach vorn eintrat, wo eine Volumzunahme des Mundes verhältnismäßig leichter zu erreichen gewesen wäre?

Auf diese Frage wäre zu antworten, dass nach der von mir vertretenen Hypothese allerdings auch Raum von der präoralen Seite gewonnen worden, dass ich eben in der Hypophysis eine durch die Mundentwicklung der Selachiervorfahren rückgebildete präorale Kiemenspalte erblicke und dass wahrscheinlich auch noch weitere präorale Kiemen bestanden haben, auf welche die Constitution und progressive Entwicklung des jetzigen Wirbelthiermundes aus Kiemenspalten verändernd und vernichtend eingewirkt habe. Mit dieser Frage habe ich es aber an dieser Stelle nicht zu thun, sie wird in aller Breite in späteren Studien behandelt werden, wie es schon in

Digitized by Google

der III. und X. Studie geschehen ist. Hier spreche ich nur von den postoralen Kiemen.

Und auf die postoralen Kiemen musste zunächst ventralwärts ein beschränkender Einfluss sich geltend machen. Das Zusammenfließen zweier — oder mehrerer — seitlicher Kiemenspalten schuf eine Linie der größten Ausdehnung, bei geöffnetem Maule, gerade in der ventralen Mittellinie: die Ausdehnung seitlich und dorsalwärts der Kiemenspalten, aus welchen das Maul hervorging, konnte also verringert werden, mit anderen Worten: die Mundwinkel konnten ventralwärts tiefer hinabrücken, der bewegenden Musculatur zu größerer Entfaltung Raum gewähren und die Gelenkverbindung der betreffenden, als Ober- und Unterkiefer fungirenden Kiemenknorpel ermöglichen, auch ihre Volumzunahme und entsprechende Umgestaltung bewirken.

Die Folge der mächtigeren Excursionen des Unterkiefers aber musste sein, dass die zunächst auf den Mund folgenden Kiemenspalten in ihrer Functionirung behindert wurden, und dass besonders ventralwärts die Öffnung dieser Spalten erschwert wurde. Das betraf offenbar zunächst die Spritzlochspalte — und so lässt sich vielleicht begreifen, dass die Circulation in den ventralwärts gelegenen vorderen Kiemenblättchen dieser Spalte mühsam ward und allmählich gänzlich unterblieb. Eben so aber musste es den ventralen Kiemenblättchen der hinteren Seite — also der vorderen Kiemenblättchenreihe des Hyomandibular- oder Hyoidbogens — gehen, und wenn dadurch beide einer Rückbildung unterlagen und auch die ganze Spritzlochspalte ventralwärts sich schloss, so war es naheliegend, dass auch die zu beiden gehörenden Venen — also die hintere Spritzlochvene und die vordere Hyomandibular- oder Hyoidvene — zu Grunde gingen.

Ehe aber diese Venen völlig zu Grunde gingen, erscheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie mit einander in ihrem ventralen Theile verschmolzen — im Gegentheil, diese Möglichkeit wird Wahrscheinlichkeit, ja nahezu Gewissheit, wenn wir uns Rechenschaft davon geben wollen, wie es geschehen konnte, dass das Blut des ventralen Theils der hinteren Hyoidvene überhaupt in die Arterie der Spritzlochkieme gelangen konnte.

Zunächst, bei den Vorfahren der jetzigen Selachier, gelangte es in die damals noch functionirende vordere Hyoid- oder Hyomandibularvene — wie es eben auch bei allen übrigen Kiemenbogen geschieht, deren *vordere* Vene der Hauptbeförderungscanal des

Digitized by Google

arteriell gewordenen Blutes in die Aorta ist. Bei der vorausgesetzten Verschmelzung des ventralen Theils der hinteren Spritzlochvene und vorderen Hyoidvene musste sich nun eine directe Verbindung der hinteren Hyoidvene mit der hinteren Spritzlochvene und mittels dieser mit der Spritzlocharterie ergeben, und nachdem der ventrale Theil der hinteren Spritzlochvene und der vorderen Hyoidvene zu Grunde gegangen waren, blieb die Passage des Blutes der hinteren Hyoidvene in die Spritzlocharterie mittels der Hyoidquercommissur bestehen — und die Verhältnisse des heutigen Blutlaufes in der Spritzlochkieme waren gegeben.

So erklärt sich meiner Auffassung zufolge die sonst schwer begreifliche Überführung bereits arteriell gewordenen Blutes in die Spritzlochkieme, und so ordnet sich auch diese, nach JOH. MÜLLER's Worten »eine der merkwürdigsten Thatsachen der vergl. Anatomie« bildende Anomalität, ihrem Zustandekommen nach, dem Fundamentalfactum unter, das nach der hier vertretenen Hypothese in der Umwandlung gewisser vorderer Kiemenspalten in den jetzigen Wirbelthiermund gegeben ist.

2. Verhältnisse des Gefäßverlaufes bei den Ganoiden.

Das Verhalten der Vasculation der Kiemendeckelkieme und Spritzlochkieme bei den Stören sind ausreichend genau beschrieben von JOH. MÜLLER (vgl. oben p. 137). Eben so verdanken wir JOH. MÜLLER eine sorgfältige Darstellung des Gefäßverlaufes an Kiemendeckelkieme und Pseudobranchie von *Lepidosteus*.

Leider kann ich aber nicht selber, weder durch anatomische noch embryologische Autopsie, über die Verhältnisse der Ganoiden ein Urtheil abgeben, was mir um so mehr leid thut, als in den letzten Jahren verschiedene Autoren auf eigne Untersuchungen basirte Urtheile abgegeben haben, welche das hier behandelte Problem betreffen. Ich hoffe aber, bald diesem Mangel abhelfen zu können.

Zunächst zu berücksichtigen in dieser Frage ist der Aufsatz von BOAS »Über Herz und Arterienbogen bei *Ceratodus* und *Protopterus*« (Morph. Jahrb. VI. p. 321—354. Leipzig 1880), worin der Verfasser auch Angaben über den Gefäßverlauf und die Homologie der Kiemendeckelkieme und Pseudobranchie macht. Diese Angaben beruhen nach des Verf.s eigenen Worten auf Untersuchungen, welche im Laboratorium von Prof. GEGENBAUR in Heidelberg angestellt worden sind, also wohl auch bis zu gewissem Grade die Anschauungsweise des Heidelberger Anatomen wiedergeben. Diese Ver-

Digitized by Google

muthung würde, wenn sie richtig ist, besondere Bedeutung haben für die nachfolgende, gelegentlich der Untersuchung des *Lepidosteus* gemachte Äußerung (l. c. p. 340):

»*Auch am Zungenbeinbogen findet sich eine Reihe von Kiemenblättern, eine Operkularkieme; der oberste Abschnitt derselben ist durch einen ganz kleinen Zwischenraum von der übrigen Partie geschieden und ward von Joh. Müller nicht glücklich als Pseudobranchie bezeichnet; es ist nur, wie schon gesagt, ein Theil der Operkularkieme.*«

Und in einer Anmerkung wird hinzugefügt:

»*Ich kann nicht umhin, den Vorschlag zu machen, die Bezeichnungen Pseudobranchie und Nebenkieme, die sehr viel Unglück gestiftet haben, ganz aus der wissenschaftlichen Terminologie zu entfernen.*«

Was die Ausdrücke Pseudobranchie und Nebenkieme anlangt, so kann man wohl mit dem Verfasser einverstanden sein, dass sie mancherlei Verwirrung gestiftet haben — aber eine viel schlimmere Verwirrung ist durch fehlerhafte Untersuchungen hervorgerufen worden, wie aus dem weiteren Verfolg dieser »Studie« hervorgehen wird.

Die genaue Feststellung des Gefäßverlaufes der Kiemendeckel- und Spritzlochkieme bei *Lepidosteus* ist leider von keinem der drei Autoren gegeben, die über das Thema gearbeitet haben: Joh. Müller, Hyrtl und Boas. Joh. Müller schreibt in seinem Ganoidenwerk (p. 18).

»*Die vordere Portion des Truncus arteriosus geht weiter nach vorn, giebt dann jederseits die Kiemenarterie des ersten Bogens ab und setzt sich dann nochmals dünn in der Mittellinie fort. Dieser unpaare Endast der Kiemenarterie geht über die Region der Kiemen der Kiemenbogen hinaus und ist der Stamm der Arterien der Kiemendeckelkiemen rechter und linker Seite. Er theilt sich nach einem Verlauf von einem halben Zoll in einen rechten und linken Zweig, welche sich an die innere Fläche der Kiemenhaut schlagen und zwischen Schleimhaut und Muskelschicht der Kiemenhaut zum Kiemendeckel und zur Kiemendeckelkieme. gelangen. — Demnach erhält die Kiemendeckelkieme der Ganoiden gleich wie die wahren Kiemen dunkelrothes Blut aus der gemeinschaftlichen Kiemenarterie.*

»*Die Arterie der Pseudobranchie bietet das gerade Gegentheil dar; sie entspringt nicht aus der Kiemenarterie, sie gehört dem Körperarteriensystem an und führt also, ganz verschieden von einem Athemorgan, der Pseudobranchie hellrothes Blut zu. Sie ist bei Lepidosteus,*

Digitized by Google

gleich wie bei anderen Fischen, eine Fortsetzung der Arterie, welche die Muskeln und Knochen des Kiemendeckels versorgt, Ramus opercularis. Sie kommt beim Lepidosteus an derselben Stelle des Kiemendeckels durch eine Öffnung innen zum Vorschein, wie bei den Knochenfischen. Ich habe ihren Ursprung aus der ersten Kiemenvene, den ich bei anderen Fischen nachgewiesen, wegen Mangels an Material nicht verfolgt, aber es ist kein Zweifel gestattet, dass sie sich eben so verhalte.«

Es ist sehr zu bedauern, dass JOH. MÜLLER diese Untersuchung nicht definitiv erledigt hat, denn weder HYRTL noch BOAS haben gerade diesen, für die vorliegende Frage wichtigsten Punkt berührt. HYRTL nimmt JOH. MÜLLER's Deutung der Kiemendeckelkieme und Pseudobranchie als richtig an, ihn interessirte also die Frage weniger, BOAS aber, der unter dem Einfluss der GEGENBAUR'schen Autorität JOH. MÜLLER's Angaben als »nicht glücklich« bezeichnet, hätte den Ursprung des Pseudobranchial-Gefäßes eruiren müssen, wenn anders er vollgültige Competenz zur Kritik erwerben wollte.

Das Unglück fügte nun auch, dass die Bearbeiter der *Lepidosteus*-Embryologie, BALFOUR und PARKER (Trans. Roy. Soc. Vol. 173 p. 429) nichts dazu beitragen konnten, die Frage zu lösen, wie aus dem folgenden Citat hervorgeht:

»*It is well known, that Lepidosteus is provided with a gill on the hyoid arch, divided on each side into two parts. An excellent figure of this gill is given by Müller, who holds from a consideration of the vascular supply that the two parts of this gill represent respectively the hyoid gill and the mandibular gill (called by Müller Pseudobranch). Müller's views on this subject have not usually been accepted, but it is the fashion to regard the whole of the gill as the hyoid gill divided into two parts. It appeared to us not improbable that embryology might throw some light on the history of this gill, and accordingly we kept a look out in our embryos for traces of the gills on the hyoid and mandibular arches. The results we have arrived at are purely negative, but are not the less surprising for this fact. The hyomandibular cleft*« (das Spritzloch) »*as shown above, is never fully developed, and early undergoes a complete atrophy — a fact which is, on the whole, against Müller's view; but what astonished us more in connexion with the gill in question is that we have been unable to find any trace of it even in the oldest larva whose head we have had (26 mm) and at a period,*

Digitized by Google

when the gills on the hinder arches have reached their full development.«

So gewann auch bei der embryologischen Untersuchung das Problem keine Förderung, nur glaubte BALFOUR, die frühzeitige Atrophie des Spritzloches bewiese gegen JOH. MÜLLER.

Endlich aber versuchte ein transatlantischer Forscher, Prof. RAMSAY WRIGHT in Toronto (Canada), die Frage direct zur Lösung zu bringen. Vielleicht habe ich selbst dazu einen Theil des Anstoßes gegeben durch meinen Widerspruch gegen die GEGENBAUR'sche Deutung der Pseudobranchie, wie wenigstens der Verf. auf p. 477 (»On the hyomandibular clefts and Pseudobranchs of *Lepidosteus* and *Amia*. Journ. of Anat. and Phys. 1885) andeutet, und hinzufügt: »*it cannot be doubted but that the condition of the parts in Lepidosteus and especially in Amia, when thoroughly elucidated, will definitely settle this question.*« Ob das Prof. WRIGHT gelungen, möchte ich indess bezweifeln, und will nun seine Beweisführung wiederzugeben suchen, und meine Kritik derselben beifügen.

Auf p. 484 sagt der canadische Forscher:

»*The Arteria hyoidea arises from the ventral end of the efferent artery of the first branchial arch, as suspected by Müller. It gains the lateral or anterior aspect of the hyoid arch, and then divides into an anterior lingual and posterior hyoid portion. The latter runs backwards and upwards along the outer border of the hyoid arch, till it reaches the interval between the epihyal and symplectic, where it accompanies the r. hyoideo-mandibularis VII. It does not reach the inner aspect of the gill-cover, however, by an aperture similar to that in Teleosts, but anastomoses with a vessel coming thence through the interval between the hyomandibular and interhyal, the origin of which may now be described.*

»*Müller does not discuss the fate of the blood which is aerated in the opercular gill. Its afferent artery, after running along the inner or posterior aspect of the hyoid arch, is distributed in the capillaries of the gill, whence the aerated blood is collected by an efferent artery, which curves forwards towards the outer aspect of the gill-cover, and anastomoses with the art. hyoidea, in the manner described above. From this anastomosis is developed the afferent artery of the hyoidean pseudobranch, which bends over the symplectic to reach the inner aspect of the gill-cover, running backwards to its distribution in the filaments of the pseudobranch. The efferent artery of the pseudobranch runs forwards in the roof of the mouth and*

Digitized by Google

falls into the internal carotid artery at the point indicated in fig. 5, having crossed towards that vessel in front of the hyomandibular cleft. A small branch is continued dorsad from the anastomosis which supplies the afferent artery of the pseudobranch; it anastomoses with a small branch of the carotid, escaping with the facial behind the hyomandibular cleft.«

Weiterhin beschreibt Prof. WRIGHT den Verlauf und die Vertheilung der Carotiden; ich gehe darauf hier nicht weiter ein und will nur erwähnen, dass sie durchaus dem Verlauf bei den Selachiern zu entsprechen scheinen. Dann aber fährt er fort:

»*It was chiefly from consideration of the blood-supply that Müller regarded the pseudobranch of Lepidosteus as the homologue of that of the Selachians, and it is obvious that the agreement is very close with the condition described in Mustelus. The pseudobranchs in both receive blood which has been aerated in the lower part of the hyoidean demibranch, and also from a vessel, the art. hyoidea or hyo-opercularis of Ganoids and Teleosts, which is derived from the ventral end of the efferent artery of the first branchial arch, also, the blood emerging from the pseudobranchs falls in each case into a stream directed forwards from the dorsal end of the efferent artery of the first branchial arch, and destined for the supply of the brain and the ball of the eye. In spite of this agreement, the explanation of which I am unable to furnish from my material, other morphological considerations of greater (?) weight, to be presently adduced, appear to me to justify the conclusion that the pseudobranch of Lepidosteus is the upper part of the hyoidean demibranch.*

»*The condition of the parts in Lepidosteus proves that the art. hyoidea of the Teleosts is not the homologue of the hyoidean aortic arch, as is sometimes assumed, for the two vessels coexist in that genus. As remarked above its course agrees with that of the thyro-mandibular artery of Dohrn. It appears to me to be homo-dynamous with the nutritive or branchial arteries which spring from the succeeding efferent arteries, in the way this does from the first, and to owe its greater relative size in the Ganoids and Teleosts to the development of the gill-cover from the hyoid arch. The Selachians also possess similar nutritive vessels, and it is very easy to understand why that for the hyoid arch should be larger than those for the succeeding arches, whereas it is difficult to reconcile Dohrn's account of the origin of the thyro-mandibular artery with the condition in the stage of Mustelus described above. It is difficult to conceive an*

Digitized by Google

aortic arch losing its connection with the truncus arteriosus, and becoming connected with the efferent vessel of the second arch behind it. However, the evidence recently adduced by Dohrn as to the existence of an independent hyomandibular arch, between the mandibular and hyoid, promises to upset those generally accepted views as to the morphology of the parts in question, on the lines of which the description of the parts of Lepidosteus and Amia here given is based.«

Ich will an dieser Stelle mich nicht auf eine Rechtfertigung meiner Anschauungen über die morphologische Bedeutung der Art. thyreo-mandibularis einlassen — das wird weiter unten geschehen — muss aber meine Verwunderung darüber aussprechen, dass Prof. WRIGHT, nachdem er sorgfältig die Gefäßverbindung der Kiemendeckelkieme und der Pseudobranchie bei *Lepidosteus* festgestellt und damit die Lücke ausgefüllt hat, die JOH. MÜLLER offen gelassen, und nachdem er selbst zugegeben, dass diese Gefäßverbindungen durchaus denjenigen entsprächen, welche sich bei den Selachiern vorfinden, doch der Meinung huldigen kann, die Pseudobranchie des *Lepidosteus* sei ein dorsales Stück der Opercularkieme, wie es GEGENBAUR und seine Schüler behaupten.

Prof. WRIGHT weicht freilich darin wesentlich von den Letzteren ab, dass er nicht so von oben herab mit der sorgfältig erarbeiteten These JOH. MÜLLER's umspringt, sondern eine ausführliche Begründung seiner abweichenden Ansicht beibringt. Und diese Begründung glaubt er in folgenden Verhältnissen wahrnehmen zu dürfen.

Zunächst weist er nach, dass der von BALFOUR und PARKER als abortirend angesehene entodermale Spritzlochsack des *Lepidosteus* nicht abortirt, wenn schon er niemals eine äußere Öffnung erlangt. WRIGHT beschreibt sehr sorgfältig, wie der Spritzlochsack der Ganoiden eben so wie das homologe Gebilde der Selachier ein Diverticulum besitzt, auf welches zuerst JOH. MÜLLER (Myxinoiden-Gefäßsystem p. 253) hingewiesen, und welches in dieser Zeitschrift 6. Bd. p. 175 durch VAN BEMMELEN weitere Berücksichtigung gefunden hat. Fernerhin giebt er an, wie die innere Mündung des Spritzlochcanales topographisch sich zum Hyomandibulare und seinem Adductor verhält, und sagt (l. c. p. 488 ff.):

»*On the ventral surface of the hyomandibular adductor muscle there is a groove in the roof of the mouth, into which there opens in front of the muscle the persistent hyomandibular cleft. The cleft itself is directed upwards, outwards and slightly backwards, but it may readily be observed that it is separated from the most anterior*

Digitized by Google

filaments of the pseudobranch by the whole thickness of the hyomandibular adductor muscles.«

Und hierin so wie ferner in der Anwesenheit von Glossopharyngeusfasern in der Pseudobranchie sieht Prof. WRIGHT ausreichende Instanz, um trotz der Identität der Gefäßverbindungen mit denen der Selachier die Pseudobranchie der Ganoiden für den oberen Theil der Opercularkieme zu erklären, und da er auch ähnliche Gründe für den Befund bei *Amia* entwickelt, so schließt er, dass auch die Pseudobranchie der Teleostier ein Stück der Kiemendeckelkieme sei.

Ehe ich mich nun zu einem directen und den gordischen Knoten mittels embryologischer Thatsachen durchhauenden Gegenbeweise wende, will ich, des methodologischen Interesses halber, das sich an diese Frage knüpft, doch auf einige Consequenzen hinweisen, die sich weder GEGENBAUR und seine mehr oder weniger selbständig urtheilenden Schüler, noch auch Prof. WRIGHT klar gemacht haben.

In der obigen Darstellung des Gefäßverlaufes bei *Lepidosteus* kann man mit Leichtigkeit, wie schon hervorgehoben, Gefäß für Gefäß der Selachier wieder erkennen. Die »efferent artery« der Opercularkieme ist homolog der hinteren Vene des Hyoidbogens. Sie anastomosirt mit der Arteria hyoidea WRIGHT's genau so, wie die Quercommissur der Hyoidvene mit der Arteria thyreo-mandibularis anastomosirt, die nach WRIGHT's eigener Auffassung mit seiner Arteria hyoidea identisch ist. Aus dieser Anastomose geht die eigentliche Pseudobranchialarterie sowohl bei den Selachiern, wie bei *Lepidosteus* hervor, und die Pseudobranchialvene des *Lepidosteus* verläuft gegen Schädel und Auge genau so wie die Spritzlochvene der Haifische.

Ich frage nun: wie stellen sich die genannten Herren vor, dass mitten in diesen absolut identischen Gefäßverhältnissen plötzlich eine so einschneidende Änderung Platz griffe, wie sie durch die Substitution der Spritzlochkieme durch die dorsalen Theile der Hyoidkieme angenommen wird? Wo bleibt da die Continuität der Vererbung? An welchem Punkte in der langen Reihe von Vorfahren zwischen heutigen Selachiern und heutigen Ganoiden hat sich eine solche Verschiebung hergestellt und welches waren die einzelnen Schritte und die verursachenden Motive? Ging erst die Spritzlochkieme zu Grunde, ehe ihre Gefäße plötzlich in die dorsale Partie der Hyoidkieme geriethen, und blieb diese letztere ohne Gefäße aus der

Digitized by Google

Hyoidarterie, nur um die frei gewordenen Gefäße der Spritzlochkieme wieder verwenden zu können? Und wenn so lange die dorsale Partie der Hyoidkieme die Wurzel der Carotis posterior bildete, wie kann plötzlich aus denselben Kiemenblättern die Carotis anterior interna hervorgehen?

Die Antwort auf diese Fragen schuldet vor allen Dingen Prof. GEGENBAUR, der mit seiner nicht motivirten Abweichung von JOH. MÜLLER's klar dargelegter Auffassung die Materia peccans zuerst in diese schwierigen Fragen gebracht hat.

Wie groß aber die Verwirrung geworden, wird sich erst zeigen, wenn ich jetzt dazu übergehe, die Verhältnisse der Teleostier zu behandeln.

3. Die Pseudobranchie und ihre Gefäfse bei den Teleostiern.

Der erste Autor, welchen ich hier zu berücksichtigen habe, ist BALFOUR im 2. Bande seiner Comp. Embryology p. 265 gelegentlich einer Discussion der Vorfahrenschaft der Fische. Es heißt dort:

»*While most of the structures supposed (by Dohrn) to be remains of gill-clefts in front of the mouth do not appear to me to be of this nature, there is one organ which stands in a more doubtful category. This organ is the so-called choroid gland. The similarity of this organ to the pseudobranch of the mandibular or hyoid arch was pointed out to me by Dohrn and the suggestion was made by him that it is the remnant of a praemandibular gill, which has been retained owing to its functional connexion with the eye*[1]. *Admitting this explanation to be true (which however is by no means certain) are we necessarily compelled to hold that the choroid gland*

[1] *The probability of the choroid gland having the meaning attributed to it by Dohrn is strengthened by the existence of a praemandibular segment as evidenced by the presence of a praemandibular head-cavity, the walls of which as shown by Marshall and myself give rise to the majority of the eye-muscles and of a nerve (the third nerve cf. Marshall) corresponding to it; so that these parts together with the choroid gland may be the rudiments belonging to the same segment. On the other hand the absence of the choroid gland in Ganoidei and Elasmobranchii, where a mandibular pseudobranch is present, coupled with the absence of a mandibular pseudobranch in Teleostei where alone a choroid gland is present, renders the above view about the choroid gland somewhat doubtful. A thorough investigation of the ontogeny of the choroid gland might throw further light on this interesting question, but I think it not impossible that the choroid gland may be nothing else but the modified mandibular pseudobranch, a view which fits in very well with the relations of the vessels of the Elasmobranch mandibular pseudobranch to the choroid.*

Digitized by Google

is the remnant of a gill-cleft originally situated in front of the mouth? I believe not. It is easy to conceive that there may originally have been a praemandibular cleft behind the suctorial mouth, but that this cleft gradually atrophied (for the same reasons that the mandibular cleft shows a tendency to atrophy in existing fishes, ecc.) the rudiment of the gill (choroid gland) alone remaining to mark its situation. After the disappearance of this cleft the suctorial mouth may have become relatively shifted backwards. In the meantime the branchial bars became developed, and as the mouth was changed into a biting one, the bar (the mandibular arch) supporting the then first cleft became gradually modified and converted into a supporting apparatus for the mouth and finally formed the skeleton of the jaws.«

Ganz abgesehen von dem fundamental verschiedenen Standpunkt, den BALFOUR mir gegenüber bezüglich der Abstammung der Wirbelthiere im Allgemeinen und bezüglich der Deutung des gegenwärtigen Wirbelthiermundes einnahm, enthält das obige Raisonnement einige thatsächliche Unrichtigkeiten, wie es auch nicht ohne Einwürfe logischer Art bleiben kann. Über die Theorie eines primitiven Saugmaules habe ich mich schon früher ausgesprochen und werde nochmals darauf zurückzukommen haben bei der Besprechung der Saugnäpfe des *Lepidosteus* und der Anuren; aber seit BALFOUR das Obige schrieb, ist erstlich nachgewiesen worden, dass unter den Ganoiden bei *Amia* sich eine Choroidaldrüse findet, somit die Spritzlochkieme der Teleostier nicht in sie verwandelt sein kann, zweitens lässt sich leicht erweisen, dass der Verlauf der Gefäße nicht mit BALFOUR's Deutung harmonirt, und drittens ergiebt die Beobachtung der embryonalen Entwicklung, dass die Choroidaldrüse der Teleostier aus demselben Gefäße entsteht, welches bei den Selachiern die Gefäße der Choroidea ergiebt, und dass dies Gefäß erst das Ganglion oculomotorii passirt, ehe es bei den Selachiern die Gefäße der Choroidea, bei den Teleostiern die der vorher eingeschalteten Choroidaldrüse bildet. Dass die Spritzlochkieme resp. ihre Gefäßschlingen nicht plötzlich über die Facialis- und Trigeminusäste hinwegspringen und noch dazu über den Oculomotorius hinausrücken können, würde BALFOUR, wäre ihm dieser Sachverhalt bekannt geworden, natürlich sofort zugegeben haben, obschon auch er die Gefäßverbindungen für variabler hielt, als sie in Wirklichkeit und bei genauer Untersuchung sich herausstellen.

Digitized by Google

Anders freilich urtheilt Prof. HOFFMANN in Leyden, welcher in seiner Bearbeitung der »Ontogenie der Knochenfische« (Arch. f. mikr. Anat. XXIII p. 77) die Entwicklung der Choroidealdrüse folgendermaßen beschreibt:

»— *Das Auftreten dieser Drüse ist bei den Knochenfischen an die Existenz der sog. Nebenkieme gebunden. — Wie schon Gegenbaur in scharfer Weise betont hat, ist die sog. Pseudobranchie der Teleostier eine andere als die der Selachier, sie ist die Kieme des Zungenbeinbogens, die Opercularkieme. Ich werde dieselbe als »Nebenkieme« bezeichnen. Unter Pseudobranchie dagegen verstehe ich die bei zahlreichen Knorpelfischen vorkommende Spritzlochkieme, die bekanntlich zu dem ersten Kiemenbogen, dem Mandibularbogen, gehört. Den Knochenfischen fehlt die Pseudobranchie, bei ihnen bildet sich die Spritzlochkieme in die Choroidealdrüse um.*«

Und weiter auf p. 79 beschreibt er folgendermaßen die vermeintliche Umwandlung der Spritzlochkieme in die Choroidealdrüse:

»*Versuchen wir jetzt die Entwicklungsgeschichte der Choroidealdrüse zu erklären. In einer früheren Abhandlung habe ich schon nachgewiesen, dass auch den Knochenfischen eine Spritzlochkieme* (soll heißen: Kiemenspalte) *zukommt. Während bei den Knorpelfischen die Spritzlochkieme Anfangs sich vollständig ähnlich wie die übrigen verhält, bildet sie sich erst nachher, nach Obliteration ihres ventralen Theiles in das Spritzloch um. Bei den Knochenfischen dagegen scheint die erste Kieme niemals an der ventralen Seite nach außen durchzubrechen, denn ich habe bis jetzt niemals eine ventrale Durchbruchsstelle der ersten Kieme gefunden, wenigstens nicht bei dem Lachs und der Forelle. Schon bei ihrer Anlage steigt sie unmittelbar nach oben, um bald an der dorsalen Seite, zwischen der Anlage des N. trigeminus und facialis nach außen durchzubrechen. Der bei den Knorpelfischen noch auftretende Durchbruch der ersten Kieme an der ventralen Seite wird also bei den Knochenfischen nicht mehr zur Entwicklung gebracht. Die dorsale Ausmündung der in Rede stehenden Kieme verschwindet bei den Knochenfischen bald wieder, was mit dem allmählichen Wachsthum der Ohrblase zusammenhängt, dagegen lässt sich ihr in den primitiven Darm ausmündender Theil noch längere Zeit hindurch sehr gut wahrnehmen, indem ihre Lage unten zwischen dem Ganglion des N. trigeminus und dem des Ramus ventralis N. facialis uns einen ausgezeichneten Orientirungspunkt darbietet. Ist dann später auch der Musc. rectus externus zur Entwicklung gekommen, dann bietet uns dieser einen dritten Orientirungspunkt, indem er un-*

Digitized by Google

mittelbar vor und oberhalb des restirenden Theiles der ersten d. h. Spritzlochkieme gelegen ist. Ferner bietet ihre Lage in Beziehung zur Vena jugularis einen weiteren Vergleichungspunkt.

»*Auf Taf. VI Fig. 11 gebe ich einen Längsschnitt durch einen Embryo des Salmen aus einem Entwicklungsstadium, in welchem die distale Wand der secundären Augenblase noch keine Spur von Pigment enthält. Die Spritzlochkieme ist gleich erkennbar, sowohl ihrer Lage nach, als was ihren Bau angeht. Ihre Wand besteht noch aus demselben cylindrischen Epithelium, wie die Wände des primitiven Darmes. Verfolgt man die zu dieser Schnittserie gehörenden Schnitte noch etwas medialwärts, so überzeugt man sich leicht, dass die Spritzlochkieme unmittelbar in den Kopfdarm ausmündet. Verfolgt man sie lateralwärts, so sieht man, dass sie in dieser Periode der Entwicklung an der Rückenseite vor der Ohrblase noch frei nach außen mündet. Sie enthält in diesem Stadium auch noch deutlich eine Höhle. Hat man sich nun einmal über die Lage der Spritzlochkieme orientirt, so ist es nicht schwierig, dieselbe auch dann wieder zu finden, wenn sie ihre allmählichen Veränderungen eingeht. Zuerst bemerkt man nämlich, wie die eben erwähnte Höhle allmählich zu obliteriren anfängt, die Spritzlochkieme ist aber dann noch an ihrem eigenthümlichen Cylinderepithelium histologisch erkennbar, welches dem der übrigen Kiemen noch durchaus ähnlich ist; außerdem aber auch dadurch, dass sie mit dem Kopfdarm in diesem Stadium noch in unmittelbarer Verbindung steht. Später schnürt sie sich vollständig von dem Kopfdarm ab und fängt dann allmählich an, sich in einen Haufen mehr oder weniger ovaler oder spindelförmiger Zellen umzubilden.*«

Ich habe diese Darstellung in extenso hier abgedruckt, weil ich sie als im Ganzen richtig anerkenne, und dadurch der Mühe überhoben bin, meinerseits diese Processe noch einmal zu schildern. Nur mit der letzten Angabe, von der allmählichen Umbildung der abgeschnürten Wandungen der Spritzlochspalte in einen Haufen spindelförmiger Zellen bin ich nicht einverstanden. Was HOFFMANN gesehen hat, betrifft die Bildung des Hyomandibularmuskels, dessen Zellen spindelförmig erscheinen. Die Zellen des abgeschnürten Spritzlochsackes dagegen gehen allmählich zu Grunde; die Beschreibung, die der holländische Forscher weiterhin von der Umwandlung und Wanderung jener spindelförmigen Zellen zum Auge und zur Choroidaldrüse giebt entspricht nicht der Wirklichkeit.

Fast gleichzeitig mit der eben besprochenen Arbeit HOFFMANN's erschien im Morphologischen Jahrbuch IX. p. 229—252 ein Aufsatz

Digitized by Google

von Dr. F. MAURER: »Ein Beitrag zur Kenntnis der Pseudobranchien der Knochenfische«, welcher eben so wie der oben erwähnte von Dr. BOAS und ein anderer von Dr. M. SAGEMEHL: »Beiträge zur vergl. Anatomie der Fische« (Morph. Jahrb. IX. p. 177—228) im Laboratorium von Prof. GEGENBAUR erarbeitet worden ist. Es scheint nicht zufällig zu sein, dass diese drei Aufsätze übereinstimmend die Pseudobranchie der Teleostier für eine der Opercularkieme der Ganoiden homologe Bildung halten: wir haben es offenbar mit der Filiation der in den »Grundzügen der vergl. Anatomie« von GEGENBAUR ausgesprochenen Ansicht zu thun, und da der MAURER'sche Aufsatz sich ganz speciell mit dem gegebenen Problem befasst, so werden wir in ihm wohl die Rechtfertigung jener Doctrin erwarten dürfen.

MAURER anerkennt zunächst, dass *»bei Ganoiden, bei welchen der obere Theil des Zungenbeinbogens als Hyomandibulare sich zum Träger des Unterkiefers entwickelt hat, bei welchen ferner der Kiemendeckel großentheils im Zusammenhange mit diesem Bogen gebildet wird, sich entsprechend der Spritzlochkieme der Selachier eine Pseudobranchie findet, die nicht mehr respirirt, ferner neben dieser eine aus einer Reihe Kiemenstrahlen bestehende Kiemendeckelkieme, die respiratorische Function hat«.*

Gleich darauf fährt der Verfasser folgendermaßen fort:

»Bei Teleostiern hat sich gleichfalls ein Organ erhalten, das in seinen Lageverhältnissen der Kieme des Zungenbeinbogens bei Selachiern, so wie der Kiemendeckelkieme der Ganoiden entspricht. Die Spritzlochkieme der Selachier, die sich bei den Ganoiden als Pseudobranchie noch findet und dem Kieferbogen angehört, ist bei Teleostiern ganz zurückgebildet.«

Es werden also »die Lageverhältnisse« als maßgebender Factor für die Feststellung der Homologie der Teleostier-Pseudobranchie angesehen, und schon auf p. 231 treffen wir die Angabe:

»Die Lage des Organs betreffend, so findet es sich der Innenfläche des Kiemendeckels an dessen Basis, d. h. seiner Anheftungsstelle am Schädel angelagert, nach außen und etwas nach vorn von der Insertion des ersten wahren Kiemenbogens an die Basis cranii.«

Und weiter, bei Beschreibung der Lagerung am Embryo des *Esox lucius* von 11 mm Länge: *»— Die Pseudobranchie stellt sich dar als eine fast kreisrunde, dem Hyomandibulare angelagerte Zellenmasse, . . . die von ihm durch eine dünne Lage verästelter Bindegewebszellen getrennt ist. Das Ganze springt knopfförmig in die Rachenhöhle vor, liegt ziemlich hoch in der Nähe der Schädelbasis, ist ihr aber nicht direct angelagert, da das Epithel, welches die Schädelbasis überzieht, über dem Organe vorbei zum Hyomandibulare verläuft, um*

Digitized by Google

von ihm aus erst auf die Pseudobranchie überzugehen.« Und noch oft wird wiederholt, dass die Basis der Pseudobranchie der medialen Fläche des Hyomandibulare angelagert sei.

Was nun den zweiten Factor zur Bestimmung der Homologie des Organs anlangt, nämlich die Gefäßverbindung, so schildert MAURER durchaus in Übereinstimmung mit JOH. MÜLLER, dass die zuführende Arterie beim erwachsenen Hecht aus dem Circulus cephalicus kommt, die abführende aber die Arteria ophthalmica magna sei und zur Choroidaldrüse verlaufe; beim Embryo aber zeigt sich *»schon der Ast, der vom Circulus cephalicus kommt, aber daneben findet sich auch ein gleich großes Gefäß, das vom Hyomandibulare aus, dieses durchsetzend, zur Pseudobranchie tritt. Dieses letztere Gefäß entspricht in seinem Verlauf vollkommen der Arteria hyoidea, wie sie bei vielen Knochenfischen im ausgebildeten Zustand sich findet. Sie stellt die ventrale Fortsetzung der ersten Kiemenvene dar, verläuft innen längs des Zungenbeines nach oben, durchbohrt das Hyomandibulare und tritt zur Pseudobranchie an deren Basis. Das ganz gleiche Gefäß konnte ich bei jungen Cyprinoiden und Salmonen auf Querschnitten nachweisen. Bei diesen persistirt es durch das ganze Leben. An Horizontalschnitten durch den Kopf eines 6 Tage alten Hechtes (von 11 mm Länge) sieht man, dass dieses Gefäß in der Basis der Nebenkieme selbst mit dem vom Circulus cephalicus kommenden Aste anastomosirt. Bei Hechten von 2—3 cm Körperlänge konnte ich nur ein ganz enges Lumen von diesem Gefäße nachweisen; bei Hechten von 12—13 cm Länge fand ich keine Spur mehr von einem Aste der Arteria hyoidea zur Pseudobranchie.«*

Und weiter (p. 243):

»Um die Nebenkiemen in früheren Stadien anderer Formen in Vergleichung ziehen zu können, fertigte ich Querschnitte von Salmo (14 mm) und Leuciscus (18 mm) an, bei welchen die Organe zeitlebens, bei Salmo wenigstens an der Spitze frei sind. Es zeigte sich die Pseudobranchie eben so wie bei Esox dem Hyomandibulare angelagert. Auch verhielt sich das Epithel genau wie beim Hechte . . . Die durch das Hyomandibulare tretende Arteria hyoidea war ebenfalls vorhanden. Ein Ast des Circulus cephalicus zur Pseudobranchie fehlt. Es mag gerade desshalb das Organ am Hyomandibulare resp. Kiemendeckel später gelagert bleiben, weil die Blutversorgung von dieser Seite und nicht von der Basis cranii her durch einen Ast des Circulus cephalicus besorgt wird . . . . . In Übereinstimmung mit dieser Auffassung steht noch der Umstand, dass bei Gadus, bei wel-

Digitized by Google

chem der Blutzufluss ein doppelter, sowohl vom Circulus cephalicus als von der Arteria hyoidea zeitlebens bestehen bleibt, das Organ gleichfalls von Schleimhaut überzogen, indessen nicht so nahe an die Schädelbasis gerückt ist wie bei Esox.«

Dr. MAURER liefert im weiteren Verfolge seiner Arbeit sehr genaue Messungen über die Größen-Zu- resp. Abnahme des Organs im Vergleich zum Wachsthum des Körpers, beschreibt sehr ausführlich den anatomisch-histologischen Bau und den Process, welcher dazu führt, dass aus der »freien« Form die verdeckte sog. »drüsige« Form hervorgeht, und erörtert zum Schluss noch einmal die Frage der Homologiebestimmung mit folgenden Worten (l. c. p. 248):

»Nach Joh. Müller sind Spritzlochkieme der Selachier, Pseudobranchien der Ganoiden und Teleostier homologe Organe, während die Kiemendeckelkieme der Ganoiden, welche der Kieme des Zungenbeinbogens bei Selachiern entspricht, bei Teleostiern ganz rückgebildet ist. Joh. Müller begründet dies mit dem Verhältnis der Blutversorgung.

»Spritzlochkieme und Pseudobranchie erhalten immer arterielles Blut aus der ventralen Verlängerung der ersten Kiemenvene, während die Kiemendeckelkieme der Ganoiden ihr Blut aus der ersten Kiemenarterie bezieht, demnach respiratorisch fungirt. Dass die Gefäßvertheilung nicht von maßgebender Bedeutung sein kann, beweist schon das verschiedene Verhalten derselben bei den Knochenfischen. Die Lage der Teleostier-Nebenkieme am Hyomandibulare spricht für Zugehörigkeit dieses Organs zum Zungenbeinbogen.«

Ob sich das wirklich so verhält, wollen wir nun weiter untersuchen.

4. Der Conus arteriosus der Teleostier.

Über die Entwicklung der Gefäße, welche aus dem Conus arteriosus entspringend zur Carotiden- und Aortenbildung beitragen, hat bereits vor einem halben Jahrhundert C. E. VON BAER in seinen »Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Fische« Leipzig 1835 p. 27 das Folgende geäußert:

»— Da der Mund um dieselbe Zeit völlig gebildet ist, so erkennt man, dass der erste Bogen« (sc. Arterienbogen) *»dem Unterkiefer entlang geht, der zweite auf den ersten Kiemenbogen, der dritte bis fünfte auf den folgenden. — Etwas später erkannte ich auch noch eine Arterie, die aus dem zweiten Bogen kam, längs des Zungenbeins zu verlaufen und in den ersten sich zu münden schien, oder unter ihm sich in die Tiefe senkte.«*

Eine zweite Darstellung dieser Verhältnisse brachte LEREBOULLET

Digitized by Google

(»Recherches sur le développement de la Truite« Ann. d. Sc. nat. IV. Série, tome XVI. 1861 p. 176):

»*L'extrémité terminale de l'artère branchiale fournit des vaisseaux déliés aux pièces operculaires qui sont en train de se former, mais qu'on ne distingue pas encore, et à l'arcade maxillaire inférieure. Une première paire de vaisseaux se porte en arrière et dessine le contour des opercules. Une seconde paire est destinée aux préopercules. Entre ces deux vaisseaux naît une artère médiane qui semble être la continuation de l'artère branchiale; elle se porte en avant vers le point de jonction des deux branches du maxillaire inférieure, et là elle se divise en deux rameaux qui suivent le contour de ces os.*«

Vogt erwähnt in seiner »Embryologie des Salmones« nichts von dem ersten, am Unterkiefer verlaufenden Bogen, vielmehr sieht er als ersten Bogen das am Zungenbeinbogen verlaufende Gefäß an; in dieser Auffassung bestätigt ihn Goette (Entw. d. Unke p. 783).

Schließlich spricht sich Balfour (Comp. Embr. II. p. 530) folgendermaßen aus:

»*The branchial vessels to those arches which do not bear gills, either wholly or partially atrophy; thus in Elasmobranchii the mandibular trunk, which is fully developed in the embryo, atrophies, except for a small remnant bringing blood to the rudimentary gill of the spiracle from the branchial vein of the hyoid arch. In Ganoids the mandibular artery atrophies, but the hyoid is usually preserved. In Teleostei both mandibular and hyoid arteries are absent in the adult, except that there is usually left a rudiment of the mandibular artery in Elasmobranchii.*«

Es ist nur der Wahrheit entsprechend, wenn ich bekenne, dass ich längere Zeit geneigt war, den Angaben v. Baer's und Lereboullet's beizupflichten und dem Unterkieferbogen eine eigene, den folgenden Arterienbogen homodyname Arterie zuzuerkennen. Bei dem lebenden Embryo erkennt man deutlich vor dem Zungenbeinbogen eine unpaare vordere Arterie, die dicht vor dem Unterkiefer sich in zwei Äste spaltet, deren Verlauf indessen nicht genau festgestellt werden konnte. Nur Eins schien sicher, dass diese beiden Äste weder an die Aorta gelangen, noch auch sich in die Arterie der Pseudobranchie ergießen. Auch auf Schnittpräparaten glaubte ich längere Zeit einen solchen Sachverhalt vor mir zu haben, bis es mir gelang sowohl an Salmoneern wie an *Belone* festzustellen, dass ich eben sowohl wie v. Baer und Lereboullet durch die ventralen Verlängerungen der Kiemen-Venen getäuscht wurde, die sich, nach

Digitized by Google

sehr complicirten Verbindungen mit dem eigentlichen Conus arteriosus resp. den von ihm abgehenden Arterienbogen, zu einem unpaaren vorderen Gefäße verbinden und diese scheinbaren Arterienbogen des Unterkiefers abgeben. Wer die Complication dieser Verhältnisse aus eigener Anschauung kennt, wird einen solchen Irrthum verzeihlich finden; nur eine sorgfältige, oft wiederholte Prüfung auf Längs- und Querschnitten verschiedener Stadien hat mich schließlich davon überzeugt, dass VOGT und GOETTE im Rechte sind.

Der Conus arteriosus der Teleostier endigt also eben so wie der der Selachier an der ursprünglichen Einsenkungsstelle der Thyreoidea, und erst wenn diese sich in ihre späteren Follikel zertheilt hat — was übrigens ziemlich früh und sehr durchgreifend geschieht — bildet sich die vordere unpaare Verlängerung der Kiemenvenen aus, welche den Schein erweckt, man habe es mit einem vorderen Stück des Conus arteriosus zu thun.

Dicht vor der Copula und den Copularstücken des Zungenbeinbogens geht nun der erste wirkliche Arterienbogen aus dem Conus arteriosus ab. Derselbe entspricht dem von mir bei Selachiern als Arteria thyreo-mandibularis beschriebenen Bogen und ist identisch mit der Arteria hyoidea der Autoren bei den Teleostiern. Um Verwechslungen mit den Art. maxillaris oder mandibularis genannten Gefäßen zu vermeiden, will ich von nun ab den Namen dieses Gefäßes in Art. thyreo-spiracularis verändern, denn das Blut, welches sie befördert, geht in die Spritzlochkieme. Sie verläuft auf der Vorderseite des Zungenbeinbogens (Taf. 3 Fig. 1 und 2).

Dicht hinter ihr, häufig auch aus demselben gemeinschaftlichen Stamme, geht dann die Arteria hyoidea der Selachier, welche identisch ist mit der Kiemendeckelarterie (Artère operculaire) LEREBOULLET's bei den Teleostiern. Sie verläuft an der Hinterseite des knorpeligen Zungenbeinbogens (Taf. 3 Fig. 1 und 2).

Bei den Teleostierembryonen früher Stadien findet sich also nichts von den Einrichtungen, welche wir später am ausgewachsenen Thiere gewahren. Wir müssen demnach schließen, dass im Laufe der Entwicklung Veränderungen eintreten.

Mit einiger Aufmerksamkeit sind dieselben denn auch zu beobachten. Sie haben ihren Ursprung in folgenden Verhältnissen.

Aus meiner Darstellung der Entwicklung des Kiemenblutlaufs bei den Selachiern ist erinnerlich, dass neben dem ursprünglich allein vorhandenen arteriellen Gefäßbogen in jedem einzelnen Visceralbogen jederseits ein Venenbogen, ein vorderer und ein hinterer, entstehen.

Digitized by Google

Dieselben werden durch die Gefäßschlingen und Lacunen der Kiemenblättchen mit einander verbunden.

Sowohl dorsal wie auch ventral verbinden sich diese beiden Venen zu einem Stamme, aus den dorsalen entstehen (in der Weise wie es in der IV. Studie geschildert) die Wurzelgefäße der Aorta resp. die Carotiden, aus den ventralen entstehen die sog. ventralen Verlängerungen der Kiemenvenen. (Man vergleiche die Darstellung, welche HYRTL von diesen Gefäßen giebt in seiner Schrift »Das arterielle Gefäßsystem der Rochen«. Denkschr. d. math.-physik. Classe der Wiener Akad. d. Wissensch. XV.)

Auch bei den Teleostiern bilden sich diese ventralen Verlängerungen der Kiemenvenen, und an dieser Bildung participirt auch die Arteria thyreo-spiracularis. Die venöse Verlängerung derselben kommt aber nicht aus einer besonderen Vene dieses ganzen Blutgefäßbogens, denn eine solche Vene wird nicht gebildet, da keine Kiemenblättchen bestehen, deren Blutgefäße in ihr sich sammeln könnten. Nur am ventralen Ende etwas vor ihrem Einmünden in den Conus arteriosus (oder wenn man lieber will, nach ihrer Ausmündung oder Abspaltung aus dem Conus arteriosus) zweigt sich dies Gefäß von dem arteriellen Stamme ab und verbindet sich ventralwärts mit der ventralen Verlängerung der Vene des ersten wirklichen Kiemenbogens, welche oxydirtes, helles Blut, das bereits geathmet hat, durch diese Anastomose dem dunklen Blut, das aus dem Conus arteriosus in die Arteria thyreo-spiracularis gelangt, beimischt (Taf. 3 Fig. 2).

Die Arteria thyreo-spiracularis (die Arteria hyoidea der Autoren!) ist also um diese Zeit durch eine Wurzel mit dem Conus arteriosus, durch eine andere mit der unteren Venenverlängerung des vordersten Kiemenbogens verbunden.

Sie ist aber gleichzeitig mit der aus ihr abgehenden eigentlichen Arteria hyoidea (d. h. opercularis, homolog der Arteria hyoidea der Selachier) verbunden, denn beide gehen aus gemeinsamem Stamme vom Conus arteriosus ab: dadurch also erhält auch dieser ursprüngliche Arterienbogen Blut, welches schon geathmet hat.

Diese doppelte Verbindung der zwei vorderen primitiven Arterienbogen mit den ventralen Verlängerungen der Kiemenvenen der eigentlichen Kiemengefäße (denn auch die Venen der hinteren Kiemenbogen communiciren alle ventralwärts mit einander, wie denn ja auch die Arteria coronaria cordis aus ihnen hervorgeht) besteht

Digitized by Google

längere Zeit ungestört fort, bis sich eine neue und wichtige Veränderung vollzieht.

Diese Veränderung besteht in der Abschnürung des gemeinsamen Stammes der Arteria thyreo-spiracularis und hyoideo-opercularis von dem übrig bleibenden Conus arteriosus, der nun als seinen definitiven blinden Endpunkt den Abschnitt erhält, wo er sich in die ersten Kiemenarterien theilt, von einem dünnen medianen Gefäße abgesehen, welches übrig bleibt (Taf. 3 Fig. 4).

Es ist nicht schwierig, diesen Process zu beobachten; ich habe eine beträchtliche Zahl von Schnitten verschiedener Teleostierembryonen, in denen sich sehr deutlich zunächst die fundamentale Disposition der primitiven Arterienbogen, dann ihre Verbindung mit ventralen Verlängerungen der Kiemenvenen und schließlich die Abschnürung der ursprünglichen Verbindung mit dem Conus arteriosus demonstriren lässt. Ja, an einem Präparat eines *Trutta*-Embryo kann man auf der einen Seite die geschehene Abschnürung der gemeinsamen Wurzel der Arteria thyreo-spiracularis und hyoideo-opercularis sehen, während auf der anderen diese Verbindung noch intact besteht.

Es ergiebt sich nun aus diesen Beobachtungen, dass Prof. Ramsay Wright mit Recht das von den Autoren als Arteria hyoidea der Teleostier beschriebene Gefäß als das Homologon nicht der Arteria hyoidea der Selachier sondern der Arteria thyreo-mandibularis, jetzt thyreo-spiracularis, die ich beschrieben habe, in Anspruch nimmt. Wenn aber derselbe Forscher an der Stelle, wo er dies ausspricht (l. c. p. 486), von diesem Gefäße weiterhin (s. o. p. 155) behauptet, es sei eine nutritive Arterie, und es für »schwierig« hält, meine Darstellung des ursprünglichen Verlaufes der Arteria thyreo-spiracularis als Arterienbogen mit der von ihm bei *Mustelus* nachgewiesenen Verbindung mit ventralen Verlängerungen der hinter ihr liegenden Kiemenvenen in Einklang zu bringen, so werden wohl die oben dargestellten thatsächlichen Verhältnisse ausreichen, diesen Widerspruch als unbegründet erkennen zu lassen.

Die Tragweite, welche diesen Untersuchungen zur Bestimmung des morphologischen Werthes der Pseudobranchie der Teleostier zukommt, besteht aber nun in Folgendem.

Die Spritzlochkieme der Selachier erhält ihr Blut, wie oben geschildert, einmal aus den Bahnen der Arteria hyoidea, in so fern deren hintere Vene durch die Quercommissur in die Arterie des Spritzloches einmündet. Dann aber empfängt sie weiter Blut aus

Digitized by Google

der Arteria thyreo-mandibularis (heute Arteria thyreo-spiracularis), welche mit der Quercommissur zusammen in die Arterie des Spritzloches einmündet.

Die Pseudobranchie der Teleostier erhält ihr Blut im Embryo gleichfalls aus der Arteria hyo-opercularis, die homolog mit der Arteria hyoidea der Selachier ist; fernerhin aber — und zwar die Hauptmasse — aus der Arteria thyreo-spiracularis, welche die Autoren als die Arteria hyoidea der Teleostier bezeichnen. Beide Gefäße verbinden sich an der Stelle, wo das Zungenbein mit dem Hyomandibulare in Zusammenhang tritt: die erstere kommt auf größerem Umweg, entlang der äußeren Circumferenz des Kiemendeckels zum Rendez-vous, während die letztere einen kürzeren Weg zurücklegt und auf der oberen und vorderen Seite des Zungenbeins verläuft.

Die Gefäßverbindung der Pseudobranchie der Teleostier und der Spritzlochkieme der Selachier mit dem Conus arteriosus ist also von Hause aus durchaus identisch: eine gesunde morphologische Anschauung kann also nicht zweifeln, dass auch der weitere Verlauf der beiden vereinigten Gefäße identisch sein wird, d. h. dass die Kieme, in die sie sich begeben, bei beiden Gruppen identisch sei. Das hat auch Joh. Müller eingesehen und, wie wir oben sahen, wiederholt mit Nachdruck ausgesprochen. Der von Gegenbaur erhobene Widerspruch ist unbegründet, und wenn spätere Forscher geglaubt haben, die betr. Gefäße wegen ihrer Verbindung mit den ventralen Verlängerungen der Kiemenvenen anders deuten zu können, so haben sie eben die Thatsachen nicht vollständig erkannt und das ganze Problem missverstanden.

Dies wird noch klarer werden, wenn ich mich nun dazu wende, die aus der Pseudobranchie hervorgehenden Gefäße mit den Gefäßen zu vergleichen, welche aus der Spritzlochkieme der Selachier hervorgehen.

5. Verlauf der Gefäße, die aus der Spritzlochkieme hervorgehen.

Das aus der Spritzlochkieme der Selachier hervorgehende Gefäß hat folgenden Verlauf.

Gleich nachdem die Kiemenblättchen von dem Blut durchströmt sind, das aus den oben beschriebenen zuführenden Gefäßen herstammt, nimmt der Hauptstamm des ausführenden Gefäßes die Richtung schräg nach vorn, innen und etwas nach oben und erfährt eine kleine bassinförmige Erweiterung, von der aus ein etwas engeres Gefäß eine Verbindung mit der hinteren Peripherie der Augenblase

Digitized by Google

eingeht. Der Hauptstamm wendet sich danach nahezu in querer Richtung gegen die Hypophysis, wo er in die Bahn der Carotis posterior eingeht.

Ich muss mich an dieser Stelle damit begnügen, so cursorisch diesen Verlauf darzustellen, da eine folgende Studie »über das Carotidensystem der Selachier« sich sehr eingehend mit den gesammten Gefäßen des Kopfes befassen wird. Ich will nur noch ein paar Worte über das Gefäß sagen, welches aus dem Hauptstamm sich ablösend, an die Augenblase sich begiebt.

Dieses Gefäß tritt nämlich in bemerkenswerthe Lagerungsbeziehungen zu dem Ganglion oculomotorii — ich bemerke ausdrücklich, dass es sich hier nicht um das oft damit verwechselte Ganglion ciliare handelt, das freilich dicht daneben gefunden wird—; es scheint nämlich das Ganglion zu durchbohren und gleich danach seine Richtung zu verändern, um an die Hinterwand des Bulbus zu gelangen. Dort verläuft es in nahezu paralleler Richtung mit dem Nervus ophthalmicus profundus.

Ich will gleich hinzusetzen, dass dieses Gefäß die spätere Arteria ophthalmica magna vorstellt, und dass aus ihm durch zahllose Schlingenbildung die Choroidealgefäße hervorgehen.

Vergleichen wir nun mit diesen Verhältnissen der Selachier diejenigen der Teleostier, so treffen wir sofort auf Abweichungen, deren hauptsächlichste ist, dass der Hauptstamm des ausführenden Gefäßes sich an das Auge begiebt, und dort in die Choroidaldrüse einmündet, während ein kleinerer Ast von der Stelle der größten Nähe der beiderseitigen Gefäße als Commissur die beiden Gefäße verbindet. Das ganze Gefäß geht nirgends eine Verbindung mit der Carotis posterior ein, sondern, wie schon Joh. Müller nachdrücklich betonte, es hat nur Beziehungen zum Auge, i. e. zur Choroidea und ihrer sog. Drüse (Taf. 3 Fig. 3).

So ist der Thatbestand bei den ausgewachsenen Teleostiern, so ist er auch schon bei größeren Embryonen — wenn man sich aber bemüht, sehr frühe Stadien zu Rathe zu ziehen, dann freilich reden sie eine andere Sprache.

Denn in der That legen sich die ausführenden Gefäße der Teleostier-Pseudobranchie ganz genau so an, wie die der Selachier. Der Hauptstamm mündet zunächst in die große Bahn der Carotis posterior; der Ast geht genau, wie bei den Selachiern, Beziehungen zum Ganglion oculomotorii ein, und begiebt sich von dort an die Hinterseite des Bulbus, wo er sich anfänglich eben

Digitized by Google

so verhält, wie bei den Selachiern. Allmählich bildet er auch Schlingen, die sich dann stark vermehren und schließlich zu dem sonderbaren Körper werden, der als Glandula choroidalis allgemein bekannt ist (Taf. 3 Fig. 1). Über die Einzelheiten dieses Processes werde ich in der Carotiden-Studie genauere Angaben machen.

Sehr früh zeigt sich aber nun eine Veränderung der Proportionen zwischen Stamm und Ast: das Gefäß zur Choroidaldrüse wird das mächtigere, das kleine Stück Stamm zur Carotis posterior verengert sein Lumen, und schließlich schnürt es sich gänzlich von derselben ab, bildet aber zugleich eine kleine Commissur von dem Gefäß der einen Seite zu dem der anderen, so dass nun eine Communication zwischen den Blutbahnen der beiden Pseudobranchien besteht. Ob dieser Commissur freilich eine wesentliche Bedeutung zukommt, weiß ich nicht zu sagen (Taf. 3 Fig. 3).

So ergiebt sich nun also auch die vollste Identität zwischen Selachier-Spritzlochkieme und Teleostier-Pseudobranchie, was die ausführenden Gefäße anlangt — und damit wäre ein weiterer Beweis für die Homologie der beiden Kiemen erbracht.

Ich wende mich nun zu dem letzten Abschnitt dieser Studie.

7. Entwicklung der Pseudobranchie bei den Teleostier-Embryonen.

Bei dem Streit über die Homologie der Pseudobranchie muss es jedem Unbefangenen auffallen, dass keiner der Autoren, welcher in dieser Frage Partei genommen hat, seine Ansichten durch Darlegung einer lückenlosen Reihe von Schnitten der in Betracht kommenden Region des Kopfes bei Embryonen verschiedener Entwicklungsstufen zu beweisen gesucht hat. Prof. Hoffmann hat die Anlage der Spritzlochtasche richtig beschrieben und abgebildet (vgl. oben p. 160), aber ihre weitere Entwicklung, wie wir oben sahen, missverstanden: einer Beschreibung der ersten Anlage und Entwicklung der Pseudobranchie selbst begegnen wir aber nicht in seinen drei Aufsätzen über die Ontogenie der Knochenfische. Dr. Maurer seinerseits beginnt die Darstellung bereits in einem Stadium, in welchem offenbar die Spritzlochtasche schon zu Grunde gegangen ist — und so bleiben wir auch hier im Dunkeln über die möglichen Beziehungen der Pseudobranchie zur Spritzlochtasche.

Ich werde diesem Mangel jetzt abhelfen.

Wie Prof. Hoffmann richtig beschreibt, erstreckt sich der Spritzlochsack der Knochenfische vom Darm nach oben und außen und

Digitized by Google

mündet in frühen Stadien an einer kleinen Einstülpung des Ectoderms nach außen (Taf. 3 Fig. 1*e* und 1*f*). Die Gestalt der Spritzlochtasche ist aber eigentlich niemals die eines cylinderförmigen Sackes, vielmehr die eines Trichters, dessen oberes breites Ende gegen den Darmcanal, dessen Spitze aber nach außen gewendet ist. Die innere Mündung ist also breit und wie die Mündung einer Trompete nach allen Seiten umgebogen (Taf. 3 Fig. 1*c*). Die Epithelwand des Spritzlochsackes biegt aber auch überall in die des Kopfdarmes um, und zeigt besonders an der inneren Mündung zahlreiche einzellige Drüsen, wie sie in der Darmwand überall gefunden werden. Nach hinten zu setzt sich die Epithelwandung der Spritzlochtasche in die des Kiemendeckels fort, der schon als solcher deutlich erkennbar ist, wenn noch die Spritzlochspalte nach außen offen ist. An der Umbiegungsstelle des Epithels des Spritzloches zum Kiemendeckel hin liegt unter demselben eine deutlich abgegrenzte concentrische Masse von Mesodermzellen, die man gut thut, gleich von vorn herein ins Auge zu fassen (Taf. 3 Fig. 1*c* — 1*e*, Fig. 2, 2*b*, *c*). Außen von dieser concentrischen Masse, etwas unterhalb des Spritzlochsackes trifft man auf Lacunen — das spätere Hauptblutgefäß der Pseudobranchie, das hier vom Bauche her in die Höhe steigt, um unter der Spritzlochtasche, der vorderen unteren Wand derselben angelagert, gegen das Gehirn weiter vorzudringen (Taf. 3 Fig. 1, 1*a*).

So verhält sich die Spritzlochtasche in einem Stadium, wo noch keine Spur der Pseudobranchie zu erkennen ist.

Die Spritzlochtasche beginnt nun sich rückzubilden. Hoffmann beschreibt diesen Process als eine »Abschnürung« des Spritzlochsackes vom Kopfdarm, und lässt den abgeschnürten Zellhaufen dann in ovale oder spindelförmige Zellen sich verwandeln und die auffallende Excursion nach der Rückwand des Auges vornehmen. Von all dem findet sich indess nichts. Weder schnürt sich die Spritzlochtasche vom Kopfdarm ab, noch verwandelt sich ihr Epithel in spindelförmige Zellen, noch findet sich die geringste Spur jener so bestimmt beschriebenen Wanderung gegen das Auge. Vielmehr tritt eine Rückbildung der Spritzlochtasche in der Weise ein, dass sie sich zunächst vom Ectoderm abschnürt (Taf. 3 Fig. 2*d*) und als blinder Sack, wie zu Anfang, da liegt. Dann schreitet die Resorption desselben weiter fort, und schließlich bleibt nur die ursprüngliche Vertiefung des Sackes bestehen, welche als trichterförmig sich wohl bezeichnen lässt (Taf. 3 Fig. 3*c*). Von dem ganzen Gebilde erhält sich also nur die unmittelbar an den Kopfdarm an-

Digitized by Google

stoßende Partie; ganz besonders wichtig aber ist, dass der Übergang des Spritzlochepithels in das Epithel der inneren Darmwandung des Kiemendeckels nach wie vor an der Stelle sich befindet, wo jener concentrische Mesodermzellhaufen sich findet (Taf. 3 Fig. 3*c*, *Hyomand.*), und dass hier der letzte Rest einer Einstülpung die ehemals bestanden habende Spritzlochspalte andeutet.

Erst wenn die Rückbildung der Spritzlochtasche diesen Grad erlangt hat, beginnt die Pseudobranchie sich bemerkbar zu machen. Es entsteht nämlich an der vordersten Wand jener trichterförmigen Einsenkung des Kopfdarmes zur bisherigen Spritzlochtasche eine Umwandlung des Epithels. Dasselbe wird cylinderförmig, die einzelnen Zellen vergrößern ihren Längsdurchmesser sehr bedeutend, und zu gleicher Zeit wölbt sich diese ganze Partie gegen das Darmlumen vor. Gleichzeitig bemerkt man eine beträchtliche Vergrößerung des Lumen jenes oben beschriebenen Gefäßes, welches aus dem Kiemendeckel vom Bauche aus hierher gelangt und gegen das Gehirn weiter zieht; es macht den Eindruck, als schöbe dies Gefäß das Epithel vor sich her. In der That dringt auch bald eine Mesodermzellmasse, welche einen Hohlraum umkleidet, gegen das cylinderförmige Epithel vor, schiebt es vor sich her und bildet die erste Anlage der Pseudobranchie (Taf. 3 Fig. 3*a* — *c*). Der Hohlraum ist eine Gefäßsprosse jener großen Arterie, welche aus dem Zusammenflusse der Arteria thyreo-spiracularis mit der zunächst nur als ganz kleiner Lacunenraum bestehenden Art. hyoidea-opercularis entsteht.

Es ist sehr wichtig, zu bemerken, dass jene erste Anlage der Pseudobranchie oralwärts von dem noch fortdauernd deutlich bestehenden letzten Reste der ursprünglichen Spritzlocheinstülpung vor sich geht, dass sie also durch das Lumen der Spritzlochtasche getrennt ist von jener concentrischen Mesodermzellmasse im Grunde des Kiemendeckels. Dies festzustellen ist darum so wichtig, weil diese concentrische Zellmasse das Hyomandibulare bildet, wie die Beobachtung der nächsten Entwicklungsstadien ergiebt.

Hieraus ergiebt sich also folgende Topographie der embryonalen Pseudobranchie. Sie liegt an und bildet sich aus der Vorderwand (d. h. oralwärts gelegenen) der ursprünglichen Spritzlochtasche, ist vom Hyomandibulare durch das noch übrig gebliebene Lumen der Spritzlochtasche getrennt, und das Hyomandibulare wird gegen die beginnende Pseudobranchie geschieden eben durch die aboralwärts gelegene Wandung des Spritzlochcanals.

Digitized by Google

Wäre der Spritzlochcanal *nicht* zu Grunde gegangen, so würde man nicht daran denken, die Pseudobranchie für etwas Anderes als für die Spritzlochkieme der Teleostier zu erklären.

Nun scheint aber ihre innere Lage und die nach innen gerichtete Stellung ihrer allmählich zunehmenden Kiemenblättchen gegen eine directe Homologisirung mit der Spritzlochkieme der Selachier zu sprechen, die bekanntlich bei den Embryonen der letzteren nach außen gerichtet sind und sogar an der Bildung der langen Kiemenfäden sich betheiligen. Aber es wird wohl Niemand ernsten Anstoß daran nehmen, dass nach Schluss des Spritzloches, welcher ja auch bei vielen Selachiern erfolgt, die Lage der Kieme nach anderen Gründen geschieht, als vielmehr nach der ursprünglichen Tradition ihrer phylogenetischen Herkunft. Ist einmal durch irgend welchen Grund — der mir einstweilen freilich völlig verborgen geblieben ist — die Spritzlochspalte als Canal zum Verschwinden verurtheilt, verbleibt sie nur als Sack, der sich nur einseitig gegen den Darm öffnet, so begreift man leicht, dass die in diesem Sacke befindliche Kieme näher an die Stelle rückt, wo sie ihrer Function noch weiterhin obliegen kann — also näher an den Darmcanal, durch welchen das Wasser durchpassirt, dessen sie zur Athmung bedarf. Dadurch wird das Ende des Sackes mehr und mehr überflüssig — wenn der Sack also nicht durch eine Nebenfunction, wie die Verbindung mit dem Labyrinth, die schon bei Selachiern besteht (vgl. Joh. Müller l. c. p. 253, Van Bemmelen »Über vermuthlich rudimentäre Kiemenspalten bei Elasmobranchiern« Mitth. a. d. Zool. Station 6. Bd. p. 175 ff.) und von Ramsay Wright (l. c. p. 486 ff.) auch bei den Ganoiden nachgewiesen wird, in seiner Existenz bewahrt bleibt, so geht er langsam zu Grunde, je weiter die ihm angehörige Kieme nach innen vorrückt.

Wenn nun dieser ursprüngliche Spritzlochsack völlig rückgebildet wird, so ist es sehr begreiflich, dass die Lagerung der Pseudobranchie in neue Beziehungen zum Hyomandibulare geräth, ja dass sie diesem angelagert erscheint (Taf. 3 Fig. 4). Hieraus aber folgern zu wollen, dass sie ein Stück der Kiemendeckel- d. h. Hyoidkieme sei, kann nur Denjenigen in den Sinn kommen, für die ein Skelettstück eine Ultima ratio der Wirbelthier-Morphologie bildet. Und das scheint es noch immer für die Gegenbaur'sche Schule zu sein, denn Dr. Maurer kehrt in seinem neuesten Aufsatz »Schilddrüse und Thymus der Teleostier« (Morph. Jahrbuch XI. p. 151) ohne neue

Digitized by Google

Gründe beizubringen, zu der Behauptung zurück: »*Die Pseudobranchie lagert in ihrem ersten Entwicklungsstadium dem Hyomandibulare an dessen medialer Fläche an, bekundet hiermit schon ihre Zugehörigkeit zum Zungenbeinbogen.*« Vor einer solchen Behauptung hätte ihn doch einzig und allein schon der Verlauf der um das Hyomandibulare herum gehenden Arteria hyoidea Aut. hüten sollen!

Um den Beweis der hier verfochtenen These nun aber immer vollständiger zu machen, will ich auch einige Worte über die Entwicklungsweise der Kiemendeckelkieme der Ganoiden sagen, welche ich durch Untersuchungen an Embryonen von *Accipenser ruthenus* und *sturio*, die ich der Güte des Herrn Dr. Pölzam in Kasan und des Herrn Joh. Moor in Glückstadt verdanke, gewonnen habe.

Ein Blick auf die Abbildung (Taf. 5[1] Fig. 14) wird lehren, dass es sich bei der Kiemendeckelkieme der Ganoiden um ein Organ handelt, das so weit als möglich von der Stelle entfernt ist, wo die Spritzlochtasche in den Kopfdarm mündet, und dass sie vielmehr an der unteren und hinteren Peripherie des Kiemendeckels entsteht und von Gefäßen versorgt wird, die sich auch bei den Teleostiern wiederfinden, bei letzteren aber die Membrana branchiostega durchziehen. In dieser Membran der Teleostier ist vielleicht das Homologon der Kiemendeckelkieme der Ganoiden wiederzuerkennen, dazu stimmt auch die allgemeine Disposition der Gefäße, die oben erörtert wurde, dazu stimmt auch die Lagerung und Anordnung der bezüglichen Musculatur, der Knorpel und der Nerven — kurz aller wirklich in Betracht kommenden Instanzen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 2.

Fig. 1 u. 2. Kopf eines 11 mm langen Forellen-Embryo. Die componirten Schnitte sind horizontal geführt. Fig. 1 zeigt die dorsale Hälfte, aber von der ventralen Schnittfläche aus gesehen. Eben so zeigt Fig. 2 die ventrale Seite des Kopfes.

I—IV sind die Arterienbogen der wahren Kiemen, welche vom Conus arteriosus (*Con. art.*) aus gegen die Aorta (*Ao.*) zu gerichtet sind. So weit sie kohlensäurehaltiges Blut führen, sind sie roth gefärbt, nach dem Durchströmen der Kiemenblättchen sind sie blau gefärbt und bilden die Aortenwurzeln. Vor *I*, dem ersten wirklichen Kiemen-Arterienbogen liegt die Arteria hyoidea (*Art.hy.*), vor dieser die Arteria thyreo-spiracularis (Arteria hyoidea Autorum) (*Art.thyr.spir.*), aus deren Zusammenfluss die Spritzlocharterie hervorgeht, welche bei

[1] Diese Tafel wird im nächsten Hefte erscheinen.

Digitized by Google

(*Ps.Br.*) die Spritzlochkieme durchfließt, deren Vene sich in die Carotis posterior (*Car.post.*) ergießt, aus deren nach vorn gerichtetem Stamme erst die Arteria ophthalmica magna (*Art.oph.m.*), dann die Arteria centralis Retinae (*Art.centr.ret.*) hervorgehen. Keinerlei Communication findet auf diesem Stadium zwischen den Carotiden oder den von ihnen ausgehenden Augenarterien beider Seiten statt. Die Arteria mandibularis (*Art.mand.*) sieht man auf Fig. 2.

Die ursprüngliche Kiemenvene des ersten wirklichen Kiemenbogens ist auf Fig. 2 mit (*Ven.I.*) bezeichnet.

1—4 bezeichnen die entsprechenden Knorpelbogen der vier wirklichen Kiemenbogen. (*Hy*) das Hyoid, (*Hyomand.*) das Hyomandibulare, (*Spirac.*) das Spiraculare, (*Tr.Cran.*) die Trabeculae Cranii, (*Mand.*) die Mandibeln. 5 auf Fig. 2 die unteren Schlundknochen.

(*Ch.*) Chorda dorsalis, (*Ohrbl.*) die durchschnittene Ohrblase von Knorpel umgeben, (*L.*) die Linse, (*Opt.*) der Opticus, (*Ret.Sp.*) die Retina-Spalte, (*Hyph.*) die Hypophysis.

Fig. 3. Componirter Schnitt durch die Hirnbasis eines 18 mm langen Forellen-Embryo. Die Buchstaben wie oben. Man erkennt die Quercommissur der Spritzlochvene, welche nicht mehr mit der Carotis in Verbindung steht, sondern aus sich die Art. ophthalmica magna zur Chorioidaldrüse des Auges entsendet, wobei dieselbe zwischen dem Ganglion oculomotorii (*Gl.oculo.*) und dem Ganglion ciliare (*Gl.cil.*) ihren Weg nimmt, während die beiden Carotis posterior sich dorsal von der Quercommissur der Spritzlochvene gleichfalls durch eine Quercommissur verbinden, aus welcher nach vorn die Carotis interna (*Car.int.*) und aus dieser die Arteria centralis Retinae (*Art.centr.ret.*) hervorgehen.

Fig. 4. Zeigt die componirten Schnitte durch die vorderen Partien des Conus arteriosus, dessen dünne vordere Verlängerung über die Abzweigung der ersten (*I*) wirklichen Kiemenarterie hinaus mit (*Con.art.1*) bezeichnet ist. Die (*Art.hyo.*) Arteria hyoidea und die (*Art.thyr.spir.*) Arteria thyreo-spiracularis empfangen jetzt ihr Blut aus der ventralen Verlängerung der Kiemenvene des ersten wirklichen Kiemenbogens. Dieselbe mündet in die ehemalige Arteria thyreo-spiracularis ein, welche derweil von einem Stück des Hyoidknorpels völlig umwachsen ist; wie bisher gesagt ward: sie durchbohrt den Hyoidbogen. (Länge des Embryo 22 mm.)

Tafel 3.

Entwicklung der Spritzlochkieme bei dem Forellen-Embryo.

Fig. 1*a*—1*f*. Horizontalschnitte durch das Spritzloch und seine Umgebung bei einem Embryo von 7 mm Länge.

Fig. 2*a*—2*d*. Dessgleichen bei einem Embryo von 8 mm Länge.

Fig. 3*a*—3*d*. - - - - - 9 mm Länge.

Fig. 4. Schnitt durch die Spritzlochkieme und ihre Umgebung bei einem Embryo von 14 mm Länge.

(*Art.thyr.spir.*) Arteria thyreo-spiracularis (Art. hyoidea Autorum), (*Aug.*) Auge, (*Hyomand.*) Hyomandibulare, (*Kiem.Deck.*) Kiemendeckel, (*Pseudo-Br.*) Spritzlochkieme (Pseudobranchie), (*Spirac.*) Spiraculare, (*Spritzl.Art.*) Spritzlocharterie, (*Spr.T.*) Spritzlochtasche, (*Tr.Cran.*) Trabeculae cranii, (*Ven.jug.*) Vena jugularis.

Digitized by Google

Zur Entwicklungsgeschichte der cyclostomen Seebryozoen.

Von

A. Ostroumoff,

Privatdocent an der Universität zu Kasan.

Mit Tafel 6.

Über die Entwicklungsgeschichte der Cyclostomen bietet die Litteratur, so viel mir bekannt, nur folgende Werke:

1. Couch, A cornish fauna. 1844.
2. Smitt, Bidrag till kännedomen om Hafs-Bryozoernas utveckling. Upsala 1863.
3. Idem, Om Hafs-Bryozoernas Utveckling och fettkroppar. Öfvers. Kongl. Vet. Akad. förhandlingar. 1865. No. 1.
4. Metschnikoff, Über die Metamorphose einiger Seethiere. Göttinger Nachrichten. 1869. Nr. 12. p. 229.
5. Barrois, Des formes larvaires des Bryozoaires. Compt. rend. p. 1134. 1875.
6. Idem, Recherches sur l'Embryologie des Bryozoaires. Lille. 1877. p. 56—92.
7. Idem, Embryogénie des Bryozoaires. Essai d'une théorie générale du développement basée sur l'étude de la métamorphose. Journ. Anat. Phys. Paris. Tome 18. 1882. p. 140—144.
8. Metschnikoff, Vergleichend-embryologische Studien. 3) Über die Gastrula einiger Metazoen. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 37. Bd. 1882. p. 310—311.

Der erste von diesen Beobachtern beschrieb die kugelförmige, mit Cilien bedeckte Larve von *Crisia*. Smitt, welcher die äußeren Merkmale der Larven von *Crisia* und *Tubulipora* schon vollständiger beschrieben hat, deutete richtig jenen Pol der Larven, mit welchem sie sich befestigen. Metschnikoff hat im Jahre 1869 auf die Existenz einer Höhle in den Larven von drei Cyclostomen aufmerksam gemacht, jedoch bleibt es ungewiss, ob er die Höhle des Saugnapfes oder die Mantelhöhle gesehen hat. Im Jahre 1875 theilte

Digitized by Google

Barrois zum ersten Mal die Resultate seiner Untersuchungen über die Entwicklung der Bryozoen mit. Die Cyclostomenlarven werden von ihm zum 3. Typus gerechnet. Er untersuchte die Larven von *Discoporella*, *Crisia*, *Hornera*, *Idmonea*, und später bei der Darlegung seiner Beobachtungen in extenso (1877) beschrieb er die Embryogenie von *Phalangella flabellaris*, *Crisia eburnea* und *Diastopora patina*. Zu jener Zeit erkannte er die Existenz von zwei Höhlen, welche an beiden entgegengesetzten Polen sich befinden, bei diesen Larven an. Am 30. April 1882 erschien ein neuer Aufsatz von Barrois, in welchem er auf Grundlage seiner neuen Beobachtung an *Discopora* und *Frondipora* die Fehler seiner früheren Beobachtungen beseitigte, indem er unter Anderem auf die Existenz der Pseudogastrula hinwies. Damals beschrieb er auch die Metamorphose dieser Larven, welche überhaupt der Metamorphose der Chilostomenlarven sehr ähnelt, d. h. es giebt eine Ausstülpung des Saugnapfes und eine Umbiegung des Mantels. Nach fünf Monaten erschien eine Notiz von Metschnikoff (sie ist vom Verfasser den 14. Mai 1882 in Odessa datirt) über die Entwicklung von *Discoporella radiata*. In dieser Notiz kam er mit seiner Widerlegung der früheren Beobachtung von Barrois bezüglich der Pseudogastrulation zu spät. Metschnikoff giebt hier Abbildungen des ersten Stadiums mit Entoderm und des Stadiums der Saugnapfbildung. Er hat übrigens die Besonderheit dieser Larven außer Acht gelassen, namentlich die Bildung der großen Mantelhöhle, die er für die Entodermhöhle ansah.

Bei der Darlegung meiner eigenen Untersuchung werde ich auf diese beiden letzteren Arbeiten von Barrois und Metschnikoff näher eingehen. Jetzt will ich die Frage über die Knospung bei den Cyclostomen, in so fern sie uns interessirt, beleuchten. Ich habe eigentlich im Auge den alten Widerspruch zwischen Milne-Edwards und D'Orbigny bezüglich des Vorkommens einer besonderen, zur Erzeugung neuer Glieder der Colonie bestimmten Platte. D'Orbigny schreibt auf p. 316 seines großen Werkes[1]:

»Un auteur dont nous respectons l'opinion a cru devoir nier l'existence, chez les Echaridées, de la lame médiane préexistante qui, dans l'accroissement des branches, précède souvent la naissance des nouvelles cellules. Ce seul fait de la négation annonce qu'on n'avait observé que des échantillons usés ou rompus.« Jetzt wissen

[1] Paléontologie française. Terrains crétacés. Tome cinquième, contenant les Bryozoaires. Paris. 1850—1851.

Digitized by Google

wir, dass bei vielen Chilostomen die Kalkablagerung in den Wänden der jungen Zooecien am frühesten auf der Basalseite anfängt. Eine Reihe solcher jungen Basalplatten am distalen Rande der Colonie hat wahrscheinlich D'ORBIGNY irre geführt, was sehr leicht geschehen kann, wenn man ausgetrocknete Colonien beobachtet. Einige Zeilen weiter schreibt D'ORBIGNY: »Cette lame préexistante n'est pas non plus spéciale aux Echaridées, ni même à cet ordre en particulier, car nous le retrouvons chez un grand nombre de genres parmi les Bryozoaires centrifuginés, comme nous en donnerons un grand nombre de preuves, et comme M. EDWARDS lui même l'a figuré.« Die gegenwärtig in der Systematik angenommene Ordnung der Cyclostomen, mit welchen wir uns hier beschäftigen wollen, bildet einen Theil der D'ORBIGNY'schen Ordnung »centrifuginés«. In der Darstellung der charakteristischen Merkmale dieser Ordnung spricht D'ORBIGNY sich bestimmter über jene Platte oder »Keim-Lamelle« aus: »Dans un grand nombre de genres, une lame germinale précède les premiers indices des germes de cellules. Cette lame, libre ou fixe suivant les genres, est très grande, s'étend tout autour ou en avant des germes, et s'augmente toujours au fur et à mesure que les nouveaux germes prennent naissance près des anciens, de manière à montrer une bordure uniformément large, à tout âge, autour des colonies.« (p.589). Später werden wir sehen, dass in diesem Falle D'ORBIGNY sich nicht ganz geirrt hat.

Vorliegende Abhandlung bringt die Resultate meiner Arbeit während meines Aufenthaltes auf der Zoologischen Station zu Neapel im Herbste des vergangenen Jahres. Ich benutze diese Gelegenheit, um dem Kaiserlich Russischen Unterrichtsministerium, welches mir einen Arbeitstisch zur Verfügung gestellt hat, eben so wie der Verwaltung der Station für die liebenswürdige Aufnahme, welche ich dort gefunden habe, meinen besten Dank auszusprechen.

Ich hatte zu meiner Verfügung eine bedeutende Zahl Cyclostomen mit reifen Geschlechtsproducten. Aber nicht eine jede von diesen Arten war zur Untersuchung tauglich; hauptsächlich habe ich mich mit den folgenden Arten beschäftigt: *Crisia cornuta*, var. *geniculata* Busk, *Crisia eburnea* L., *Discoporella radiata* Aud., *Tubulipora serpens* L., *Frondipora verrucosa* Lamx., *Hornera frondiculata* Lamx. Für die Larven der letzten Art, als Bewohner von bedeutenden Tiefen des Golfes von Neapel, ist die Verwandlung im

Digitized by Google

Aquarium fast unmöglich, wenigstens auf seiner Oberfläche. Ich habe aber bei allen meinen Untersuchungen über die Metamorphose fast ausschließlich die Larven benutzt, welche sich am Wasserspiegel verwandeln. Die Colonien von *Hornera* lebten in meinen Aquarien gegen einen Monat und haben nicht aufgehört während dieser Zeit Larven zu geben, obgleich dieselben nicht besonders zahlreich waren. Ihre Unfähigkeit zur Verwandlung im Aquarium kann man durch ihre bedeutende Dicke und ungewöhnliche Sprödigkeit erklären. Ihre primäre Leibeshöhle ist nämlich mit außerordentlich kleinkörnigem Dotter erfüllt, so dass während der gefährlichsten Periode ihrer Verwandlung, nämlich während der Umbiegung des Mantels, wovon später die Rede sein wird, die Larve platzt und der Dotter herausfließt. Die Larven von *Hornera* sind die größten unter den marinen Ectoprocten-Larven, welche ich beobachtet habe[1]. Ihre Größe erreicht 0,48 mm. Ihnen folgen der Größe nach in abnehmender Ordnung die Larven von *Tubulipora*, *Frondipora*, *Discoporella*, *Crisia* (0,07 mm). Am bequemsten für das Studium über die Metamorphose hat sich *Frondipora* erwiesen, da sie während meines ganzen Aufenthaltes auf der Station sich fortwährend entwickelte und die Larven sich fast ohne Unterbrechung in meinen Aquarien verwandelten. Sie ließen sich jedoch für embryologische Studien nicht benutzen, da sich bei dem so harten Kalkskelette unbeschädigte Eier nicht gewinnen ließen. Ich konnte daher nur *Discoporella*, *Tubulipora* und *Crisia* benutzen. Die beiden letzten Arten erwiesen sich besonders bequem für das Studium der entwicklungsgeschichtlichen Processe auf Schnittserien, da sie große Ooecien mit feinen Wänden haben, in welchen sich zu gleicher Zeit mehrere Larven entwickeln. *Hornera* hat sich auch in dieser Hinsicht als untauglich erwiesen, weil die Wände ihrer Ooecien bedeutend dicker und fester sind und sich in jedem Ooecium nur wenige Larven entwickeln, welche die ganze Höhle des Ooeciums einnehmen.

Da ich zum ersten Male und nur auf kurze Zeit in der zoologischen Station zu Neapel war — es giebt dort so viel Belehrendes für den Zoologen, welcher zum ersten Male das Mittelländische Meer besucht — so konnte ich keine vollständige Arbeit über die Entwicklung der Cyclostomen machen. Unter dem Einfluss meiner früheren

---

[1] Unter den Larven des Chilostomentypus ist die größte die von *Myriozoon truncatum* (0,32 mm), doppelt so groß wie die von *Lepralia pallasiana*; die von *Alcyonella fungosa* ist 0,64 mm groß.

Digitized by Google

Studien über die Bryozoen der Bucht von Sebastopol wandte ich meine besondere Aufmerksamkeit der Metamorphose der Cyclostomen zu, welche im Schwarzen Meere nicht gefunden worden sind, und es verging eine geraume Zeit, ehe ich nach Beseitigung verschiedener technischer Hindernisse anschauliche Resultate meiner Arbeit erhielt. Desshalb bitte ich, meine Notizen über die Embryonalentwicklung als Nebensache zu betrachten; der ganze Schwerpunkt meiner Arbeit betrifft die Darstellung der Verwandlungsprocesse.

Zur Entkalkung der Objecte habe ich gewöhnlich eine schwache Lösung von Chromsäure benutzt. Zur Conservirung der freischwimmenden Larven und verschiedenen Stadien der Metamorphose wurde meist eine Lösung von Sublimat in Seewasser und darauf langsame Entwässerung in Alkohol angewandt. Die so erhaltenen Präparate wurden meistens mit Borax-Carmin gefärbt. Aus der bedeutenden Zahl von Schnittserien habe ich für die Abbildungen nur wenige Schnitte, welche am nothwendigsten waren, gewählt. Alle Figuren sind mit der Camera lucida gezeichnet.

Das allerfrüheste Stadium der Embryonalentwicklung, welches ich zu beobachten Gelegenheit gehabt habe, bestand schon aus Epiblast und Entoblast. METSCHNIKOFF hat ein solches Stadium im Querschnitt abgebildet (8, Fig. 61). Im Längsschnitt konnte ich auf meinen Präparaten auf diesem Stadium in der Äquatorialebene des Embryo zu beiden Seiten drei große Epiblastzellen, welche schwächer gefärbt waren, unterscheiden. Diese Zellen entsprechen der Corona oder Wimperzone, welche bei den Larven der übrigen marinen Ectoprocten existirt, wo sie, wie bekannt, aus einer Reihe von länglichen Zellen besteht. Hier aber vermehren sich diese Zellen, um sich mit Cilien zu bedecken und die ganze Oberhaut der Larve zu bilden. Die Corona aus den oben erwähnten Zellen in drei Reihen trennt beim Embryo den animalen Pol vom vegetativen[1]. Man erkennt, dass der Entoblast durch Epibolie entsteht, wie BARROIS und METSCHNIKOFF es bewiesen haben. Im Entoblast erscheint eine Höhle; diese wird immer größer, da ihre Zellen mit dem fortschreitenden Wachsthum des Embryo sich vermehren. Überhaupt vergrößert sich der Embryo bei seiner Entwicklung bedeutend. Auf dem Blastulastadium ist er bei *Crisia* erst 0,02 mm groß, am Ende der Embryonalentwicklung dagegen ist er fast auf das Vierfache gewachsen. Die Zellen des

[1] Auch: aboralen und oralen, Scheitel- und Gegen-Pol, pallealen und basalen etc.

Digitized by Google

vegetativen Poles stülpen sich, wie Barrois und Metschnikoff beschreiben, zur Bildung der Saugnapfhöhle ein. Auf diesem Stadium hat der Embryo bemerkenswerthe Ähnlichkeit mit der Gastrula. Diese Form ist denn auch von beiden Forschern Pseudogastrula genannt worden. Später erscheint rings um den animalen Pol die Ringfalte (Fig. 1), welche zum Mantel wird. Die Bildung des Mantels geht ziemlich langsam vor sich, wie ich an meinen Präparaten gesehen habe, ganz entgegengesetzt der Meinung von Barrois. Die Mantelhöhle entsteht nicht durch Einsenkung des animalen Poles, sondern in Folge des Wachsthumes der Ränder der erwähnten Falte.

Bezüglich der Theilnahme des Entoderms sind die Ansichten von Barrois und Metschnikoff verschieden. Nach Barrois atrophirt die Entodermmasse noch vor der Entstehung der Pseudogastrula rasch, nach Metschnikoff dagegen wird die Entodermhöhle nicht zerstört, sondern bleibt während der ganzen Zeit der Entwicklung bestehen und bricht später bei der Metamorphose mit einer Öffnung durch. Auf Fig. 1 meiner Tafel kann man eine schmale Entodermhöhle sehen (*ent*), deren Wandung aus kleinen abgeflachten Zellen besteht, aber an den lateralen Wänden dieser Höhle bemerkt man im Zerfall begriffene Zellen. Am Ende der Embryonalentwicklung bleibt keine Spur von dieser Höhle zurück (Fig. 2). Es ist klar, dass Metschnikoff, welcher die Bildung der Mantelhöhle nicht bemerkte, auf den weiteren Stadien diese Höhle für eine Entodermhöhle gehalten hat. Nur auf solche Weise kann man sich seine Fig. 66 erklären.

Die fertige Cyclostomenlarve hat Kugel- oder Cylinderform, ist ganz mit Cilien, die auf den Zellderivaten der oben erwähnten Corona sitzen, bedeckt und zeigt an beiden Polen Öffnungen (Fig. 2). Die obere Öffnung, mit besonderen Zellen (*g*) versehen, welche ich für Drüsen zu halten geneigt bin, führt in die Mantelhöhle (*c.p*). Der Boden dieser Höhle ist in seiner Mitte etwas erhoben, hat aber keine Cilien; in Folge dessen kann ich diese Erhöhung nicht für die Kappe halten, welche wir bei anderen marinen Ectoprocten bemerken. Sie zeigt vielmehr nur die Stelle an, wo sich die Kappe der anderen marinen Ectoprocten[1] entwickelt. Die Öffnung am unteren Pole führt in die Saugnapfhöhle (*s.in*). Dieses Organ besteht hier, eben so wie bei den anderen Ectoprocten mit gut

[1] Vigelius hat die längere Benennung »retractiles Scheibenorgan« eingeführt (Diese »Mittheilungen« 6. Band p. 528). Ich wäre dafür, den alten Namen beizubehalten.

Digitized by Google

entwickeltem Saugnapfe (Chilostomen), aus zwei Wänden: aus der hinteren Wand, welche hohe Palissadenzellen enthält, die allmählich nach der Richtung zum Centrum höher werden, und aus der vorderen Wand, welche aus kleineren, jedoch gleich großen cubischen Zellen aufgebaut ist. Die übrige Leibeshöhle ist mit den mesenchymatösen Zellen gefüllt, die mit Dotterkörnern und Eiweißtropfen vermengt sind. Die Mesenchymzellen durchziehen mit ihren Fortsätzen die Höhle in allen möglichen Richtungen, so dass wir ein ganzes Balkenwerk erhalten, für dessen Beobachtung solch große Larven, wie die von *Hornera*, sehr bequem sind. Ein solches Gewebe (den Dotter ausgenommen) nenne ich Funiculargewebe[1], obgleich es hier nur im Embryonalzustande auftritt. Im entwickelten Zustande finden wir es in den Zooecien der marinen Ectoprocten, typisch z. B. im Stolo von *Zoobotryon pellucidum*. VIGELIUS hat neuerdings die Masse, welche die Larvenhöhle von *Bugula* anfüllt, Füllgewebe genannt[2]. Es kommt hier natürlich nicht auf die Benennung an, vielmehr handelt es sich um eine genaue morphologische Deutung dieser Masse, worüber Vermuthungen (Entoblast + Mesoblast) existiren[3]. Die Voraussetzung ist nicht ganz grundlos, aber sie erklärt die Sache sehr wenig. Auf Grundlage dieser Vermuthung ist es, um consequent zu sein, nothwendig zuzugeben, dass bei den Larven der Süßwasser-Bryozoen das Entoderm ganz fehlt. Jetzt bleibt die Durchforschung der früheren Embryonalstadien bei Süßwasser-Bryozoen ein pium desiderium nicht nur für die Bryozoologie, sondern auch für die gesammte Morphologie überhaupt, in so fern hier das Schicksal der Keimblätter von Interesse ist. Die näheren Umstände bezüglich dieser Principienfragen hoffe ich in einer anderen Arbeit darzustellen.

Ich gehe nun zu der Metamorphose über. Die Larve kommt, nachdem sie eine geraume Zeit herumgeschwommen ist, zum Stillstande und stülpt den Saugnapf nach dem Gegenstand, auf welchem

---

[1] Vgl. meine Arbeit: Contribution à l'étude zoologique et morphologique des Bryozoaires du golfe de Sébastopol. in: Archives slaves de Biologie, dirigées par MM. MENDELSCHON et RICHET. Paris 1886. Tome 1, Fasc. 3 und 4. Diese Übersetzung meiner etwas später russisch publicirten Arbeit ist aber wenig genau, auch hat mir nur die zweite Hälfte derselben zur Correctur vorgelegen.

[2] a. a. O. p. 522. Ich möchte die Benennung »caenogenetisches Coenenchym« vorschlagen.

[3] BARROIS, Mémoire sur la métamorphose des Bryozoaires (Ann. sc. Nat. Zool. IX. 13); HADDON, On budding in Polyzoa (Quart. Journ. 1883, October); VIGELIUS.

Digitized by Google

sie sich befestigen will, aus. Die hintere Wand des Saugnapfes dehnt sich zu einer breiten runden Basalplatte aus, welche auf ihrer freien Oberfläche eine Cuticularsubstanz reichlich ausscheidet. Zugleich wird auf dem entgegengesetzten Pol die Öffnung der Mantelhöhle immer breiter, ihre Wände scheinen sich auszudehnen und endlich schlägt sich der Mantel auf die Basalplatte um (Fig. 3). VIGELIUS bemerkt[1] ganz richtig, dass es keine bestimmte Zwischenzeit für verschiedene Stadien der Verwandlung giebt. Während der Umbiegung des Mantels gehen sehr viele Larven unter, da sie mit diesem sehr schwierigen Vorgang nicht fertig werden; zuweilen verdirbt den ganzen Process irgend ein fremder sehr kleiner Körper, welcher den Cilien anklebt. Es trifft sich zuweilen, dass vom ersten Moment der Ausstülpung des Saugnapfes bis zur Vollendung der Umbiegung des Mantels, wenn auf der hierdurch entblößten inneren Oberfläche der Mantelhöhle die Ausscheidung der feinsten Cuticulahaut anfängt, gegen eine Stunde verstreicht. METSCHNIKOFF's Fig. 67 stammt, so viel ich darüber urtheilen kann, von einer Larve, welche sehr starke Contractionen vor der Befestigung zeigte; desshalb hat sie die obere Öffnung frühzeitig verbreitert. Übrigens kann man die oben erwähnte Reihenfolge im Verwandlungsprocesse nicht als Regel annehmen: unter der bedeutenden Zahl der sich verwandelnden Larven existiren immer individuelle Schwankungen im Charakter des Verwandlungsprocesses.

Im folgenden Stadium verwächst der Rand des heruntergebogenen Mantels mit der Peripherie der Basalplatte. Dieses Zusammenwachsen geht in jenem Theil des Mantels vor sich, wo die höheren Zellen, welche ich für Drüsenzellen halte (Fig. 3 *g*), liegen. Hierauf wird das ringförmige Vestibulum ganz geschlossen, die Cilien hören bald ganz auf sich zu bewegen, und die sie tragenden Zellen zerfallen. Später kann man noch, so lange das Zooecium sich nicht gebildet hat, die zerstörten Cilien auf den Schnitten in Form einer Punktsubstanz beobachten. Bei den Larven des Chilostomentypus entsteht, wie bekannt, bald nach dem Zusammenwachsen der Ränder des Vestibulums die Invagination der Kappe, bei unseren Cyclostomen-Larven dagegen giebt es, da sie keine Kappe haben, gar keine Invagination, desshalb bin ich dazu geneigt, die Ansichten von BARROIS über eine solche Invagination bei Cyclostomen (7, p. 143) einer ungenauen Beobachtung oder dem Untersuchungsobjecte selbst, welches in der Entwicklung vom Typus abweicht, zuzuschreiben. Bei un-

[1] a. a. O. p. 537.

Digitized by Google

seren Larven geht auf der Stelle, welche der Kappe entspricht, die Abspaltung der Ectodermalzellen in der Form einer Zellenplatte vor sich, wie Fig. 3 es zeigt. Eine solche glatte Zellenplatte, welche sich schon ganz abgespalten hat, ist auch auf den folgenden Stadien (Fig. 4) sichtbar; sie ist die Ectodermalanlage des Polypides. Und erst auf den folgenden Stadien nimmt diese Platte, indem sie sich wie eine Schlinge ausbiegt, welche in der Richtung zur Basalseite herunterhängt, die Form einer Anlage an, welche wir bei der Verwandlung der Chilostomenlarven bemerken. Als Platte erscheint diese Anlage bei *Bowerbankia*, wie ich in meiner Arbeit über die Bryozoen von Sebastopol gezeigt habe. Nach der Angabe von Barrois (7, p. 139) existirt bei *Serialaria* auch keine Invagination zur Bildung der Ectodermalanlage.

Die Zeit der Abspaltung dieser Platte ist bei verschiedenen Cyclostomen nicht eine und dieselbe. So viel ich nach meinen Präparaten urtheilen kann, fängt sie bei *Frondipora* noch während des Freilebens der Larve sich abzuspalten an. Die ausgebogene Platte bekommt später auf der äußeren Seite eine Mesodermhülle aus Mesenchymzellen, welche die Form eines Epithels annehmen (Fig. 5 *mes*). Dieser Process geht hier eben so vor sich, wie ich ihn bei den Bryozoen der Bucht von Sebastopol beschrieben habe. Diese Thatsache macht die Angaben von Barrois über die Theilnahme der ohnehin schon dunklen »petits lobes« am Bau der Mesodermhülle des Polypides bei den sich verwandelnden Chilostomen noch weniger wahrscheinlich[1]. Die Ränder der Schlinge der Polypidanlage nähern sich mehr und mehr und geben endlich, nachdem sie sich vereinigt haben, im Durchschnitt die Form eines zweischichtigen Ellipsoides. Diese Form der Anlage des Nahrungsschlauches ist allgemein für alle Bryozoen (Fig. 6). Die weitere Entwicklung verläuft nach dem allgemeinen Gang, welchen ich in meiner Arbeit über die Bryozoen von Sebastopol beschrieben habe, wohin ich auch den geneigten Leser verweise. Ich habe hier diesen Punkt gar nicht so aufmerksam verfolgt und bemerke nur, dass der Blindsack des Nahrungsschlauches sich hier auch auf Kosten des braunen Körpers bildet.

Ehe ich zur Darstellung des Baues der Wände des Primärzooeciums übergehe, um mit den Processen, welche in dem jungen Zooe-

[1] Diese Frage im Zusammenhang mit den jüngsten Angaben von Vigelius (l. c. p. 535) wird in der russischen Ausgabe der Bryozoen von Sebastopol besprochen.

Digitized by Google

cium vorgehen, zu schließen, muss ich auf eine Besonderheit aufmerksam machen, deren Bedeutung ich noch nicht klar genug gezeigt habe. Das ist die Bildung einer besonderen Endothelialscheide[1] um den Nahrungsschlauch (Fig. 8, 10 *m*). Auf dem Stadium, welches in Fig. 7 dargestellt ist, kann man einige Hinweise auf den Ursprung dieser Scheide aus den Mesenchymzellen (*m*) sehen. Man könnte sie mit der Endothelialhülle gewissermaßen vergleichen, welche die Wände des Zooeciums bei den Süßwasserbryozoen bedeckt. In diesem Falle entspricht die Höhle zwischen dieser Scheide und dem Nahrungsschlauch ganz der Leibeshöhle bei den Süßwasserbryozoen. Während der späteren Stadien büßt die Scheide ihren Zusammenhang (Fig. 10 *m*) ein; schließlich verliert sie sich scheinbar ganz und gar, wenigstens auf den Querschnitten der Colonie von *Tubulipora serpens* konnte ich keine Andeutung mehr von ihr finden.

Im Stadium, welches in Fig. 3 dargestellt ist, haben wir eine Form, welche ich nach Barrois Urbryozoenform benannt habe[2]. Sie besteht aus zwei Flächen, welche rund herum durch eine in den Vestibulärring (Fig. 7 *v*) führende Ritze getheilt sind. Das Vestibulum (*v*) ist aus den Cilienzellen der Larvenhaut + der vorderen Wand des gewesenen Saugnapfes gebildet. Eine von jenen Flächen (*P*) habe ich Pallealfläche genannt, weil sie sich auf Kosten der Wände der gewesenen Mantelhöhle gebildet hat, die andere (*B*), die Basalfläche, hat sich aus der hinteren Wand des gewesenen Saugnapfes gebildet. Während der folgenden Stadien, nach dem Zusammenwachsen der sich nähernden Ränder der Ritze, unterliegt der Vestibulärring dem Zerfall (Fig. 4). Beide Flächen, sowohl die Pallealwie die Basalfläche, stoßen an einander; die Grenze zwischen ihnen wird durch die oben erwähnten Drüsenzellen gebildet. Übrigens mag in Fig. 4 der obere Theil der Zellenwucherung (*g*) auch zu den Mesodermzellen gehören. Diese Frage habe ich nicht ganz genau beantworten können. Außerdem kann man die Grenze zwischen beiden Flächen an der hier reichlicheren Cuticularausscheidung und auch an dem Charakter der Zellen, welche immer auf der Basalfläche etwas höher sind, erkennen. Während der folgenden Stadien verbreitert sich die Basalfläche, die Pallealfläche hingegen, die zugleich von einer Öffnung durchbrochen wird, vergrößert sich in die Höhe

[1] Dass wir es hier nicht mit irgend einer Falte von dem Rande der Zooeciumsmündung zu thun haben, davon überzeugt mich die ganze Schnittserie, aus welcher der auf der Fig. 8 abgebildete Schnitt gewählt worden ist.

[2] Vgl. Zoologischer Anzeiger 1885. p. 578.

Digitized by Google

(Fig. 7). Auf Kosten der letzteren bildet sich die Röhre des Primärzooeciums (Fig. 9 *Z*), auf Kosten der ersteren die Basis der Röhre. Auf dem Stadium von Fig. 7 hat das Zooecium die Form eines Kästchens, woraus ich schließe, dass dies die Primärform, und die Bildung der Röhre eine phylogenetisch spätere Erscheinung ist[1]. Bald giebt die Basalseite einen hohlen lappigen Auswuchs (Fig. 9, 10 *l.g*). Dieser liegt später ganz hart an der Röhre, kann sogar mit ihr zusammenwachsen und sich dann von der Basalwand abschnüren, welche ihn hervorgebracht hat. Dieser letzte Fall ist von BARROIS in seinem großen Werk (6) auf Tafel 4 Fig. 30—35 für das Primärzooecium von *Phalangella flabellata* abgebildet worden. BARROIS selbst beschreibt die früheste Erscheinung eines solchen Auswuchses als einfache Anschwellung von der unteren Seite der Röhre (p. 74). Aber wenn wir seine Fig. 30 betrachten, so zeigt es sich, dass hier diese einfache Anschwellung (renflement) schon die bedeutende Größe einer breiten Platte erhalten hat. Ich meine, die erste Anlage dieser Platte zeigt sich bedeutend früher, auf dem Stadium, welches ich in Fig. 7 dargestellt habe, wenn noch gar keine Röhre (*l.g*) existirt. Später im Capitel über die Knospung von *Phalangella* (p. 76) beschreibt BARROIS ganz weitläufig die Art der Bildung des Zooeciums aus dieser Platte. Meine eigenen Beobachtungen schließen hiermit: Nach der Art der Entstehung ist diese Platte homolog dem Stolo der Vesicularien, wie ich schon früher in meiner vorläufigen Mittheilung[2] gezeigt habe. Zwischen ihnen besteht der Unterschied, dass bei den Vesicularien die neuen Zooecien wie Auswüchse auf dem Stolo erscheinen, während bei *Phalangella* die Platte selbst in den Bau der neuen Zooecien aufgeht. Desshalb kann man für sie die von D'ORBIGNY gebrauchte Benennung »lame germinale« beibehalten, welche hier passender ist, als der Ausdruck »Stolo«. Übrigens muss man nothwendigerweise bemerken, dass das Beiwort »prolifer« im letzten Fall der Wirklichkeit mehr entspricht, als für den Stolo der Vesicularien.

Trotz der genauen Beobachtungen von SMITT und BARROIS harren die äußerst verschiedenartigen Knospungsprocesse bei verschiedenen Familien der Cyclostomen noch ihrer weiteren Erklärung auf Grundlage der Untersuchung der frühesten Entwicklungsstadien. Als Beispiel der Knospung einer anderen Art in der Gruppe Articulata

---

[1] Vgl. SMITT, Bryozoa marina in regionibus arcticis et borealibus viventia (Öfvers. K. Vet. Akad. Förh. 1867 Nr. 6).

[2] Zoologischer Anzeiger 1886. p. 284.

Digitized by Google

weise ich auf *Crisia* hin. Hier nimmt wirklich die Basalwand gar keinen Antheil am Knospungsprocess. Unter den Chilostomen giebt scheinbar ein solches Beispiel die Gattung *Bugula* ab. Aber ich hielt mich nicht für berechtigt, meine Zeit dieser Art zu widmen, da es mir bekannt war, dass Dr. Vigelius eine Arbeit über die Metamorphose von *Bugula* zum Druck vorbereitete. Die Fälle der Knospung der neuen Glieder der Colonie von der Pallealwand des Zooeciums sind überhaupt nicht selten, sogar in jenen Fällen, wo eine typische Basalknospung stattfindet. Früher [1] habe ich auf die Pallealavicularien bei *Cellularia* und *Escharella* hingedeutet; das sind dieselben Avicularien, welche Busk [2] zur Gruppe der »Adventitious« im Gegensatz zu den »Vicarious« zählt. In meiner Arbeit über die Bryozoen der Bucht von Sebastopol [3] habe ich für die letzteren die Benennung »Avicularien erster Ordnung« und für die ersteren »Avicularien zweiter Ordnung« vorgeschlagen. Aber selbst unter den Avicularien zweiter Ordnung kommt die Knospungsform allgemein von der Basalwand vor. In meiner oben erwähnten Arbeit kann man Beispiele von solchen Avicularien finden.

Zum Schluss erlaube ich mir hier kurz die Bedeutung der beiden wichtigen Bildungen: des Saugnapfes und des Mantels, in der Entwicklungsgeschichte der Ectoprocten theoretisch zu erörtern. In einer von meinen Mittheilungen [4] habe ich den Einfluss des Processes der Ausstülpung des Saugnapfes auf die Veränderung der Curvatur des Nahrungsschlauches gezeigt, indem ich dieses Organ mit dem sogenannten Amnion von *Actinotrocha* verglich. Hier will ich namentlich die Frage über die verschiedenen Amnion- und amnionartigen Bildungen im Typus der Würmer berühren. Gleich hier mache ich die Bemerkung, dass ich eine der Mantelhöhle unserer Bryozoen ähnliche Bildung in der Kopfamnionhöhle bei *Sipunculus nudus* sehe, wie sie Hatschek beschrieben hat: »Die centralen Zellen des animalen Poles werden von einer tiefen, ringförmigen Furche umgrenzt« [5]. Alle solchen Bildungen kann man unter zwei Typen bringen. Im ersten Typus

---

[1] Zoologischer Anzeiger 1885. p. 577.

[2] Report on the Polyzoa collected by H. M. S. Challenger. 11. Cheilostomata.

[3] Archives slaves de Biologie. 1886.

[4] Zoologischer Anzeiger 1885. p. 578.

[5] Arbeiten aus dem Zool. Institute der Univ. Wien und der Zool. Stat. in Triest. 1883. Über Entwicklung von *Sipunculus nudus*. p. 15.

Digitized by Google

(Fig. 11) sind zwei Hüllen vorhanden, welche beim Übergang in den definitiven Zustand des Thieres untergehen, nämlich: die Larvenhaut (Serosa) und das Amnion; wir finden einen solchen Typus bei Pilidium. Im zweiten Typus (Fig. 12) geht nur die Larvenhaut unter; ein Beispiel davon finden wir bei den DESOR'schen Larven und *Sipunculus*. Aber bei den erwähnten Thieren fallen die provisorischen Hüllen ab, dagegen geht bei unseren Bryozoen keine einzige Cilie, ohne dem erwachsenen Thier nützlich zu sein, verloren. Bei ihnen gehen diese Hüllen in den Organismus über und werden daselbst als Nahrung verbraucht. Darin besteht auch der Unterschied zwischen ähnlichen Bildungen bei verschiedenen Würmern und bei Bryozoen und erklärt sich genügend durch die Abwesenheit des funktionirenden Nahrungsschlauches während der Metamorphose, oder richtiger gesagt, durch seine spätere Erscheinung nach der Metamorphose der Bryozoen. In den typischen Fällen (Chilostomen und Cyclostomen) gehört der Saugnapf zum ersten von mir gezeigten Typus, seine dünnere Vorderwand stellt ein Amnion vor, der Mantel gehört aber zum zweiten Typus. Also ein bei der Metamorphose sich bildender Vorhof (Vestibulum) besteht von der einen Seite aus der Serosa (cilientragender Larvenhaut), von der anderen aus dem Amnion (der vorderen Wand des Saugnapfes), d. h. aus zwei Hüllen, welche zum Untergehen bestimmt sind, was wir auch wirklich beim weiteren Gang der Metamorphose bemerken. Bei den Süßwasserbryozoen gehört der Mantel zum ersten erwähnten Typus. Gleichzeitig mit diesen Zeilen habe ich an den »Zoologischen Anzeiger« [1] eine Notiz abgesendet, in welcher ich auf zwei histologisch verschiedene Theile hinweise, aus welchen die Mantelhöhle bei *Alcyonella* besteht, nämlich aus einem dünnen absteigenden und einem dickeren aufsteigenden. Nur der letztere Theil giebt die Leibeswand des Primärzooeciums, während der erstere Theil (Amnion) zugleich mit der Larvenhaut (Serosa) dem Untergang entgegengeht [2].

Kasan, im Juni 1886.

---

[1] Nr. 232. Hier findet sich ein Druckfehler; p. 547 Z. 10 von unten (Text) muss es heißen: »aus dem aufsteigenden« anstatt »aus welchem«.

[2] Eine ausführliche Darstellung dieser Thesen wird in der neuen Ausgabe meiner Arbeit über die Bryozoen von Sebastopol, welche im Herbst dieses Jahres in russischer Sprache erscheinen wird, mitgetheilt werden.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 6.

Camera lucida und Mikroskop von Zeiss. Oc. 2. Obj. D.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

A	Amnion,	*o*	Mündung des Zooeciums,
B	Basalfläche,	*oes*	Oesophagus,
bl	Blindsack,	*P*	Pallealfläche,
c.p	Mantelhöhle,	*p.p*	Pars pylorica,
ect	Ectoderm,	*r*	Anlage des Polypids,
ent	Entoderm,	*s*	Serosa (Larvenhaut),
g	Drüsenzellen,	*s.in*	Saugnapf,
H	Haut,	*T*	Tentakel,
l.g	Keimlamelle,	*tsch*	Tentakelscheide,
m	Endothelialscheide,	*v*	Vestibulum,
mes	Mesoderm,	*Z*	Zooecium.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen Embryo von *Crisia*.
Fig. 2. Längsschnitt durch eine fertige Larve von *Frondipora*.
Fig. 3. Verwandlung von *Tubulipora serpens*. Probryozoenstadium.
Fig. 4. Stadium mit geschlossenem Vorhof.
Fig. 5. Gebogene Ectodermalanlage mit der Mesodermhülle.
Fig. 6. Geschlossene Polypidanlage.
Fig. 7. Längsschnitt durch ein junges Zooecium.
Fig. 8. Querschnitt durch ein weiteres Stadium.
Fig. 9. Skelett des Primärzooecium, mit Eau de Javelle behandelt.
Fig. 10. Längsschnitt durch ein Primärzooecium.
Fig. 11 u. 12. Schematische Darstellung der Amnion- und amnionartigen Bildungen.

Digitized by Google

Über die Bewegungen der Seesterne.

Eine vergleichend physiologisch-psychologische Untersuchung.

Von

W. Preyer,
o. Professor der Physiologie a. d. Universität Jena.

Zweite Hälfte.

Mit Taf. 7.

Reflexbewegungen der Haarsterne.

Die außerordentliche Beweglichkeit, Empfindlichkeit und Zerbrechlichkeit der *Comatula mediterranea (Antedon rosaceus* der Neueren) fiel schon den ersten Beobachtern ihrer morphologischen Eigenthümlichkeiten auf. F. S. LEUCKART bemerkte bereits in seiner Abhandlung »Über das Asteroiden-Geschlecht *Comatula* Lam. überhaupt und über *Comat. mediterranea* insbesondere« (in der Zeitschrift für organische Physik für Oct. 1828, Eisenach 1829, p. 379), dass diese Thiere die Cirri oder strahlenförmig angeordneten Fortsätze als Füße gebrauchen. Sie befestigen sich damit, kriechen damit und mit Hilfe der größeren Strahlen weiter. C. F. HEUSINGER (»Anatomische Untersuchung der *Comatula mediterranea*.« Ebenda p. 367) fügt richtig hinzu, dass sie diese Haken auch z. Th. zwischen den Strahlen hindurch über die obere Fläche schlagen. Sie dienen jedoch nicht allein, wie er meint, zum Schutze, sondern auch, nach meinen Beobachtungen, zum Tasten und höchst wahrscheinlich zum Prüfen der Haftfläche.

Jedenfalls zeichnen sich sowohl diese Cirri als auch die Pinnulae der langen Strahlen durch ihre Reflexerregbarkeit aus.

Auch die Larven sind, wie JOH. WALTHER beobachtete (»Über

Digitized by Google

den Bau der Crinoiden«. Stuttgart 1886. p. 162), sehr empfindlich. »Bei der geringsten Erschütterung des Objectträgers schlagen sie ihre Embryonal-Pinnulae über der Munddecke zusammen und entfalten sie erst nach einiger Zeit zögernd und langsam.« Während diese große Reflexerregbarkeit der Pinnulae sich stets leicht schon an Embryonen constatiren ließ, konnte Dr. WALTHER niemals Bewegungen des Stiels beobachten. »Die Arme oder die Munddecke kann man beliebig reizen, ohne dass eine Reaction stattfände, aber sobald man die Pinnulae berührt, bewegen sie ihre umgeschlagenen Arme, wie eine große Spinne ihre Beine, auf und ab, und suchen der drohenden Gefahr zu entlaufen.«

Diese Befunde erfahren insofern eine Modification, als starke mechanische, elektrische, thermische oder chemische Reize, direct auf den Stiel applicirt, sehr leicht ein Abbrechen des distalen Strahlenstückes zur Folge haben, also eine starke Reaction, wovon weiter unten p. 210 ff. Auf alle jene Reize antwortet *Comatula* schnell.

Die mit oder ohne Basalansatz abgetrennten Strahlen behalten ihre Reflexerregbarkeit nicht nur, wie KRUKENBERG fand, mehrere Stunden, sondern, nach meinen Beobachtungen, mehrere Tage lang bei, wenn auch eine Herabsetzung derselben sich bald geltend macht. Diese Erregbarkeitsabnahme ist aber bei Weitem nicht so schnell, wie z. B. die der ohne Centrum isolirten *Ophioderma*-Strahlen, welche KRUKENBERG nach einigen Minuten gegen mechanische, elektrische, chemische Reize unempfindlich fand. Ich habe jedoch dieselben nach einer halben Stunde und mehr durch tetanisirende Reizung des Querschnitts mit Wechselströmen sowie durch Druck und Betupfen mit absolutem Alkohol noch zu windenden Bewegungen gebracht.

Ferner bemerkt KRUKENBERG, dass die frische *Comatula* in der »Localisation ihres Empfindungsvermögens« an Actinien erinnere. Er sah, dass bei vorsichtigem Abschneiden einer Pinnula nur der zugehörige Strahl reagirte; wurden dagegen mehrere Pinnulae oder die Strahlenspitze oder, an lädirten Exemplaren, das zu äußerst gelegene Brachiale entfernt, dann antworteten alle Radien mit Abwehrbewegungen.

Diese Angaben kann ich insofern bestätigen, als allerdings bei schwacher Reizung in der Regel nur der gereizte Strahl sich zurückzieht und nach oben convex biegt; bei stärkerer oder ausgedehnterer Reizung bewegen sich mehrere Radien oder alle mit, und

Digitized by Google

im letzteren Falle wird in der Regel eine Fluchtbewegung gemacht. Oft pflanzt sich die Reizwirkung centripetal und zugleich centrifugal fort, indem eine Berührung oder Compression der Mitte eines Strahles, einschließlich der Pinnulae daselbst, sowohl Bewegungen des Nachbarstrahles, als auch pendelnde Bewegungen der Pinnulae am peripheren Ende des gereizten Strahles zur Folge haben kann. Doch sind diese Befunde nicht constant, für elektrische Reizung — mit Wechselströmen — noch am häufigsten zutreffend. Die Reiz-Irradiation wird offenbar bei Crinoiden durch sehr geringe, oft nicht auffindbare Läsionen verhindert, sich geltend zu machen, und manchmal sah ich auch bei leiser Berührung frischer Haarsterne nicht den berührten Strahl, sondern den gegenüberliegenden sich bewegen. Einige Beispiele:

1) Einer frischen unversehrten, also zehnstrahligen *Comatula* comprimirte ich mit der Pincette leise einen Strahl; sie zog nur diesen, den berührten Strahl zurück, und zwar schnell nach oben. Bei Wiederholung und Verstärkung der Reizung blieb der gereizte Strahl vollkommen unbewegt, während fast alle anderen Strahlen sich nach oben bogen. Bei der dritten Reizung: Ruhe des berührten Strahles und Biegung zweier nicht gereizter Strahlen.

2) Einer frischen *Comatula* schnitt ich der Reihe nach, wenn das Thier ruhte, kürzere und längere Stücke der zehn Radien mit der Schere schnell ab und sah, dass auf jeden Schnitt zuerst die nicht getroffenen Strahlen alle oder zumeist sich bewegten, nämlich sich einzogen, wobei auch Fluchtbewegungen vorkamen; dann erst wurde der Stumpf zurückgezogen. Alle zehn amputirten Stücke machten übereinstimmende pendelnde Bewegungen und rollten sich dann kreisförmig oder, wenn sie lang genug waren, spiralig zusammen und blieben so lange Zeit liegen. Der rückständige centrale Stern reagirte nach wie vor auf starke mechanische Reize.

3) Bringt man die frische *Comatula* in Brunnenwasser, so macht sie nach etwa fünf Secunden heftige Bewegungen mit allen Strahlen, dann nur locale, und ist schon nach 10 bis 30 Secunden fast bewegungslos. In derselben Zeit giebt sie ihren Farbstoff an das Wasser zum großen Theil ab. Letzteres wird dadurch gelb, wenn die *Comatula* gelb war, roth, wenn sie roth war.

4) Ungemein empfindlich sind die Crinoiden gegen Temperaturerhöhungen. Bringt man sie schnell aus dem kühlen Wasser in Seewasser von 35 bis 38° C., so ballen sie sich meist rasch symme-

Digitized by Google

trisch zusammen, geben ihren Farbstoff ab und zerbrechen (vgl. unten p. 211 unter »Autotomie«).

Derartige leicht zu variirende und zu vervielfältigende Versuche beweisen, dass *Comatula* gegen die verschiedensten Reize höchst empfindlich ist, und eine große Reflexerregbarkeit besitzt. Schon geringe Änderungen der Existenzbedingungen dieser größere Tiefen bevorzugenden zierlichen Thiere bringen sehr erhebliche Störungen mit sich. Denn eine Concentrationsabnahme und Temperaturzunahme des Meerwassers hat bald eine Farbstoffabgabe, Starre, Brüchigkeit, den Tod zur Folge.

Doch haben meine Versuche nicht zur Erkenntnis einer Gesetzmäßigkeit der Reflexbewegungen bei *Comatula* geführt. Es lässt sich mit Sicherheit nicht vorhersagen, wie das Thier bei der Reizung sich verhalten werde. Eine genauere Messung der Reizstärke wird in erster Linie nöthig sein, um die Inconstanz der Resultate zu eliminiren.

Durch die zahlreichen neueren morphologischen Untersuchungen des Nervensystems der Crinoiden, ihre große Häufigkeit im Mittelmeer und ihre Beweglichkeit sind aber gerade diese Thiere vorzugsweise zu physiologischen Reizversuchen geeignet.

Fluchtbewegungen der Asteriden und Ophiuren.

Zu den nach künstlicher, starker Reizung regelmäßig eintretenden Bewegungen der eigentlichen See- und Schlangensterne gehören die Fluchtversuche, welche bei letzteren namentlich nach einem Schnitt durch einen Radius, möge derselbe auch noch so oft wiederholt werden, mit auffallender Präcision stattfinden, so lange die verstümmelten Thiere überhaupt noch einer Locomotion fähig sind. Bei Crinoiden bleibt hingegen unter denselben Umständen oft jede Ortsänderung aus, desgleichen bei Asteriden. Der von Romanes und Ewart aufgestellte Satz, dass die Echinodermen (sie beobachteten *Astropecten*, *Uraster*, Ophiuren, Echiniden) einer Schädigung von der Reizstelle aus geradlinig zu entfliehen suchen, hat sich mir nicht bestätigt, und die andere Angabe jener Forscher, dass bei Reizung zweier Stellen die Fluchtlinie durch die Diagonale bezeichnet werde, gleichfalls nicht. Auch ist mit dem Ausdruck »Diagonale« in diesem Falle keine bestimmte Richtung bezeichnet, da die geradlinige Bahn der Flucht nach jeder Richtung verlaufen kann. Es kommt bei diesen Versuchen sehr viel auf die Stärke der Reize und die Erreg-

Digitized by Google

barkeit, die Beschaffenheit des Bodens und die Thierart an. Ich finde auch nicht, dass Seesterne nach gleichzeitiger Reizung ihrer 5 Spitzen eine Neigung zu Rotationen um ihre verticale Achse zeigen.

Ein festes Umschnüren zweier Strahlen von *Astropecten pentacanthus* mit einem Kautschukring hatte kein Entweichen, sondern nach sechs Tagen Ablösung der Strahlen zur Folge, Durchbohrung der Scheibe ungeordnete, gleichsam tastende Bewegungen. Nach schneller und starker Compression eines Strahles von *Ophioderma* wird er nicht jedes Mal zurückgezogen, sondern öfters pendelförmig hin und her bewegt, ohne irgend welchen Fluchtversuch.

Die Antwortsbewegungen der Echinodermen auf einfache Reize sind überhaupt viel verwickelter, als es auf den ersten Blick scheint. Es lässt sich nur annehmen, dass die britischen Forscher die Versuchsbedingungen nicht genügend variirten. Namentlich die von mir an vielen verschiedenen Arten angestellten elektrischen Reizversuche beweisen, dass die geradlinige Fluchtbahn nur ein Fall unter vielen ist. Man braucht nur eine frische *Luidia* irgendwo dorsal elektrisch zu reizen, um wahrzunehmen, dass sie bald im Bogen, bald im Zickzack, bald in gerader Linie entflieht, wobei diese letztere durchaus nicht jedes Mal durch den Reizpunkt und den Mittelpunkt der Mundöffnung geht. Dasselbe gilt für *Asterias* bei dorsaler Reizung. *Ophioderma* macht sogar unter denselben Umständen ganz unzweckmäßige Fluchtversuche. Ein Beispiel: Eine große, ganz frische *Ophioderma*, welche am Rande des Gefäßes z. Th. in der Luft kletterte, wurde einen Augenblick mit der elektrischen Pincette berührt; sie kroch zwar sogleich in das Wasser zurück, als das Thier aber centrodorsal, an der Grenze von Luft und Wasser, noch einmal einen Augenblick elektrisch gereizt wurde, kroch es ganz aus der flachen Schale heraus in die Luft über den Rand und fiel auf den Boden des Zimmers, wo es auf dem Rücken liegen blieb. Hier war also die Fluchtbewegung verfehlt.

Ferner hat bei *Asterias* oft eine starke Reizung, und dann noch eine, keine Ortsänderung zur Folge, und *Luidia*, so schnell sie auch zu fliehen vermag, antwortet häufig mit einer Selbstamputation auf grobe Insulte. *Asterias glacialis* kann sogar, statt geradlinig von der Reizstelle fort, nach ihr hin sich bewegen, d. h. die Scheibe dem Orte nähern, wo die getroffene Strahlenspitze sich befand. Isolirte Radien der *Asterias* kriechen zwar in der Regel fort von der Reizgegend, wie Romanes und Ewart auch für solche von *Uraster* fanden, aber ein z. B. mit Schwefelsäure local stark gereizter Radius kann nach jeder

Digitized by Google

beliebigen Richtung sich bewegen, und auch hier ist ebenso oft »krummlinig« statt »geradlinig« zu setzen. Hingegen trifft für *Asterias* und *Ophioglypha* zu, was die genannten Forscher für *Uraster* und den *Brittle-star* fanden, dass nämlich basale oder interradiale Nervendurchschneidung jede coordinirte Fluchtbewegung aufhebt.

Wenn *Asterias* oder *Luidia* auf dem glatten Marmorboden des Behälters kriechend mit den Saugfühlern die verticale Wand berühren, so klettern sie entweder hinauf oder kriechen horizontal weiter, wobei, wie ROMANES es für *Uraster* ebenfalls angiebt, sogar der ganze Umfang des Behälters tastend an der Wand durchmessen werden kann. Was das eine Mal die Kletterbewegung, das andere Mal die Wendung nach links oder rechts veranlasst, ist freilich im einzelnen Fall kaum zu ermitteln. Doch lässt sich vermuthen, dass da, wo die mechanische Reizung einen Fluchtversuch nach sich zieht, das Thier öfters einen Ausweg sucht und wenn es unten keinen findet, nach oben geht. Wenn man nämlich einen vorwärts kriechenden Seestern am vordersten Radius reizt, kehrt er die Progressionsrichtung um oder er wendet sich seitlich ab. Ähnliches gilt für die an der verticalen Wand haftenden Asteriden. Auch die weitere Beobachtung früherer Beobachter kann ich bestätigen, dass Ophiuren durch Berührung irgend einer Stelle ihrer Scheibe oder ihrer Radien nach allen Richtungen zu fliehen bewogen werden können.

Sehr eigenthümlich ist bei Asteriden und Ophiuren, welche in ungewöhnliche Lagen künstlich versetzt worden sind, dass sie oft nach einem erfolgreichen Fluchtversuch wieder die frühere Situation, der sie entflohen, aufsuchen. Wenn ich z. B. auf *Asterias* oder *Echinaster* in einer flachen Schale eine schwere Glasplatte lege, während der Rücken unten aufliegt, so kriechen beide ohne Selbstwendung am Rande hervor und wenden sich erst dann. *Echinaster* sah ich aber die ungewöhnliche Stellung unter der Glasplatte, mit der Ventralseite oben, bald darauf von selbst wieder einnehmen. *Asterina* kriecht auch mit Leichtigkeit aus schmalen Flaschen, Röhren und Blasen heraus und wieder hinein; *Asterias glacialis* bei Weitem nicht so geschickt. Doch sah ich sie nach basaler Ablösung aller Radien bis auf zwei ebenso wie *Luidia* aus Flaschen und Säckchen innerhalb einer Stunde herauskriechen, was ein basal oder zu $^2/_3$ abgetrennter Strahl für sich nicht jedes Mal vermag. Der unicentrisch isolirte Strahl der *Asterias* findet, wie der acentrische von *Luidia*, nur zufällig den Ausweg und Rückweg; er kann in einer Glasröhre (von 60 cm Länge und 3 cm Lichtung) 24 Stunden liegen bleiben wie in einem 20 cm

Digitized by Google

langen röhrenförmigen Sack aus Blase oder Darm. Der zwei- bis fünfcentrisch isolirte Strahl der *Asterias glacialis*, die ganze *Asterias tenuispina* u. a. hingegen finden aus beiden jedes Mal den Ausweg oft in 15 Minuten und kriechen bisweilen mit der Spitze vorn in die Glasröhre wieder hinein. Die Ophiuren zeigen in dieser Hinsicht ein fast launenhaft erscheinendes Verhalten. Eine *Ophioderma* verlässt z. B. die horizontal auf dem Boden liegende 60 cm lange Glasröhre 24 Stunden lang nicht, indem sie am geschlossenen Ende derselben liegen bleibt; ein anderes Mal kriecht sie sogleich heraus und verlässt einen röhrenförmigen Sack nach Verlust von 4 Radien in einer Viertelstunde, wie *Luidia*. Am geschicktesten verfährt aber *Ophiomyxa*, wenn sie enge Röhren verlässt, mit offenbarer Arbeitstheilung der Radien, indem sie 1 vorschiebt und nach dem Ausweg tastet, 2 und 5 am Rande festhakt und mit den Zähnchen die Scheibe nachzieht, während 3 und 4 von hinten stemmen. So wird der Reibungswiderstand bald überwunden.

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen auf diesem Gebiete gehört die durch Luftscheu bedingte Flucht der Asteriden in enghalsige Flaschen, deren Lichtung einen so kleinen Durchmesser hat, dass nur durch Biegungen, Wendungen und Wälzbewegungen, somit durch coordinirte Contractionen von mehreren tausend Muskeln die erforderliche Streckung des ganzen Thieres, das nie vorher in solcher Lage sich befand, zu Stande kommen kann. Bringt man z. B. zwei Radien einer *Asterias glacialis* in eine mit Seewasser gefüllte enge Röhre, während die drei anderen in der Luft verbleiben, so können diese binnen zehn Minuten ebenfalls hineingezogen werden, obwohl es unmöglich war, ohne das Thier zu zerbrechen, es mit Gewalt ganz hineinzubringen. Legt man dann die Röhre mit dem Thier horizontal in Wasser, so kriecht es schnell wieder heraus. Ähnlich *Asterina*. Eine *Ophioderma* kroch dann in einem Falle von selbst hinein. In einen Glaskolben mit geradem 60 mm langem Halse von 24 mm Lichtung kroch innerhalb 15 Minuten eine *Asterias glacialis* hinein, deren Radien je 19 mm Breite an der Basis hatten. Folglich mussten die Radien sich so zusammenlegen, dass drei davon zusammen trotz der großen Breite einen geraden Cylinder von nur 24 mm ausfüllten. Möglich ist diese Volumverminderung nur durch eine Entleerung der Wassergefäße. Die Thiere werden dann auffallend weich und erst nachdem sie sich vollständig durchgezwängt haben, wieder hart.

Um zu erfahren, ob *Asterias*, auch mit Überwindung von Widerständen im Wasser, aus Luft in dieses in enge Gefäße kriecht, ließ

Digitized by Google

ich in letzteren schwimmende Korkstücke von unten gegen die vordringenden Radien drücken. In allen derartigen Versuchen kroch allemal das Thier an dem Kork vorbei, ohne ihn nach abwärts zu schieben. *Ophidiaster attenuatus* in einem lufthaltigen, oben geschlossenen verticalen Rohr, das unten im Seewasser steht und ein Korkstück enthält, drückt nicht diesen heraus, sondern kriecht mit großem Zeitaufwand an ihm vorbei. Ist das Korkstück so groß, dass der Seestern nicht daran vorbeikriechen kann, dann wird es nur so weit in der Röhre nach unten geschoben, dass das Thier ganz oder fast ganz vom Wasser bedeckt bleibt. Ein actives Fortstoßen selbst eines so leichten Gegenstandes habe ich dabei niemals wahrgenommen. *Ophidiaster* und *Asterias* verhalten sich darin gleich.

Trotz ihrer großen Luftscheu kommen übrigens diese Echinodermen, wie viele andere, oft in die Lage, aus dem Wasser in die Luft hinein einer submarinen Schädlichkeit zu entfliehen (vgl. p. **195**), und manche strecken an der Oberfläche sehr oft, unter den günstigsten Bedingungen, einzelne Radien in die Atmosphäre hinein. So namentlich Ophiuren, *Ophidiaster attenuatus* und *Asterina gibbosa*, welch letztere sogar stundenlang auf feuchter Fläche außen am Behälter in der Luft verharrt, nachdem sie über den Rand gekrochen. *Amphiura Chiajei* verlässt ebenfalls in flachen Tellern sehr oft das Wasser und geht an den Rand in die Luft, wo sie zwei oder drei Radien ganz in der Luft lässt, während die übrigen nur eben eingetaucht bleiben. Nach mehreren Minuten geht sie dann wieder in das Wasser zurück. Sie hat gleichsam ein Luftbad genommen; und da ganz frische Ophiuren, besonders die kleinen, in frischem Seewasser sehr oft diesen Wechsel zeigen, so ist es gerechtfertigt, anzunehmen, dass sie auch im Naturzustand sich wie Amphibien verhalten, welche ebenfalls einen Aufenthalt in der Luft nicht ausschließlich der Respiration wegen suchen.

Wenn man viele verschiedene Asteriden und Ophiuren in ein großes Glas voll Wasser bringt, sie sich oben anheften und dann langsam continuirlich das Wasserniveau durch einen Heber in dem Glase sinken lässt, so folgen *Asterias glacialis* und *Echinaster* stetig der Niveau-Änderung, *Asterina* bleibt aber noch lange in der Luft oben haften. Die Luftscheu ist bei diesen so wenig ausgeprägt, dass sie fast ganz den Charakter von Amphibien annehmen. Doch bleiben auch *Luidia* und die ebenso luftscheue *Asterias* nicht unter allen Umständen dem Wasser treu. Setzt man sie rittlings auf die an einander stoßenden Ränder zweier flacher Schalen, von denen die eine frisches Seewasser enthält, die andere leer ist, so zwar, dass

Digitized by Google

ein Radius in das Wasser taucht, so gehen sie in der Regel in das Wasser; wenn aber nun dieses durch einen Heber heraus in das leere Gefäß hineingebracht wird, verlassen sie die jetzt wasserleere, nur noch feuchte Schale nicht jedes Mal, um das Wasser wieder zu gewinnen, selbst dann nicht, wenn ein Theil des Thieres in das Wasser getaucht worden. Ich habe die Ursache für diese auffallende, abnorme, todbringende Trägheit nicht ermittelt. Das in der Luft größere Gewicht kann nicht die Schuld tragen, denn oft sah ich, dass, wenn während des Hinüberkriechens aus dem leeren Gefäß in das volle dieses geleert und jenes gefüllt wurde, eine lange Pause eintrat und dann die Progressionsrichtung umgekehrt wurde. Hier siegte also der Contact (auch nur einer Strahlenspitze) mit dem Wasser über die mächtige centrale Innervation zur Locomotion nach der zuerst eingeschlagenen Richtung.

Wenn ich hingegen in der einen Schale das Seewasser durch Brunnenwasser ersetzte, so dass die rittlings links und rechts mit einer Spitze eingetauchten Asteriden beide gleichzeitig berührten, dann gingen sie allemal in das Seewasser und zwar unter sofortiger Einziehung der Füßchen im Quellwasser und Extension derselben im Seewasser. Diese Flucht vor süßem Wasser ist somit unter allen Umständen viel energischer, als die aus der Luft in das Meerwasser. Sie kann sogar — bei *Luidia* und *Asterias* — mit Überwindung von Hindernissen, wie großen schwimmenden Korkstücken, stattfinden, welche dann durch die Masse des eilig vordringenden Thieres fortgeschoben werden.

Zu den hierher gehörigen, in vergleichend psychologischer Hinsicht besonders beachtenswerthen Thatsachen sind noch die Versuche der Asteriden zu rechnen, sich aus ungewöhnlichen, von ihnen niemals erlebten, verderbenbringenden Situationen zu befreien. Namentlich wünschte ich zu wissen, ob Echinodermen sich fallen lassen können, um künstlichen Zwangslagen zu entgehen; denn dieser stets auf einer Art Überlegung beruhende Act lässt immer eine gewisse, wenn auch nur primitive Intelligenz voraussetzen.

Ich habe in der That mit voller Sicherheit für einige Arten feststellen können, dass sie sich absichtlich fallen lassen. *Astropecten aurantiacus*, auf eine horizontal im Wasser an drei Schnüren schwebende Glasplatte oder eine schwimmende Korkplatte gelegt, turnt auf derselben förmlich am Rande, die Tulpenform annehmend, und lässt sich, nachdem eine dazu passende Stellung von ihm ausfindig gemacht worden, fallen. Legt man ihn dann wieder auf

Digitized by Google

die Platte, so können viele Stunden vergehen, bevor ein neuer derartiger Fallversuch gemacht wird.

War der *Astropecten* mit dem Rücken nach unten auf die Platte gelegt worden, dann geschieht es leicht, dass während der Selbstwendung das Thier passiv herabfällt, was an der fehlenden Latenzzeit sofort erkannt wird. Auch *Luidia* und (nach ROMANES) *Uraster*, die an vertikaler Glaswand haften, können durch wiederholte Reizung bewogen werden, sich herabfallen zu lassen. *Luidia* lässt sich sogar aus der Luft, wenn zwei Radien in ein gefülltes Glas über dem Wasser des größeren Behälters getaucht worden, nach mehrere Minuten anhaltenden tastenden Bewegungen mit den Saugfühlern jener zwei Radien herabfallen, falls, so scheint es, der Raum zu klein befunden worden.

Hängt man eine *Luidia* rittlings, mit dem Munde oben, auf einen dicken Stab so über dem Wasser auf, dass drei Strahlen einer-, vier andererseits herabhängen, aber keine Spitze eintaucht, dann verliert sie viel Wasser, spritzt aus einigen Strahlenspitzen sogar das Wasser aus und bewegt die Füßchen lebhaft hin und her, außer denen im Centrum, bleibt jedoch in der unnatürlichen Lage. Wenn man aber ein Radiusende 1 bis 2 cm tief eintauchen lässt, dann gleitet das Thier, falls es noch frisch ist, unfehlbar nach der betreffenden Seite, wie ein geschickter Turner mit großer Kraft mittels der hakenförmig gebogenen Radien der anderen Seite sich an dem Stabe haltend, so lange das Gewicht des Körpers, das nach unten zieht, nicht zu groß wird. Schließlich lässt das Thier den Halt fahren und fällt hinab. In diesem Versuche liegt ein unzweideutiger Fall vor von einem höchst zweckmäßigen, lebenrettenden, erst nach langer Latenzzeit durch einen localen schwachen Reiz ausgelösten verwickelten Bewegungscomplex. Während der ganzen Dauer desselben bleibt das Thier auf dem Rücken liegen, bis es sich hat fallen lassen.

Auch Ophiuren lassen sich fallen, wenn man sie an einem sie lose umschlingenden Faden im Wasser aufhängt, oft noch die Schlinge mit einem Radius umwickelnd, wie ein Affe den Baumzweig mit seinem Greifschwanz, ehe gleichsam der Entschluss, sich fallen zu lassen, ausgeführt wird.

Anders verhält sich in dieser Hinsicht meistens *Asterias glacialis*. Sie lässt sich nur sehr selten fallen, haftet selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen stundenlang an einem durch ein Korkstück flottirend erhaltenen Bindfaden, Holz u. dgl., sei auch die Haftfläche

Digitized by Google

noch so klein, so dass nur eine sehr geringe Anzahl von Saugfüßchen sich an ihr festsaugen kann.

Hierbei machte ich die Beobachtung, dass sogar die sonst regelmäßig eintretende Reflexirradiation eher unterdrückt wird, als dass sich das Thier aus seiner unbehaglichen Lage durch Loslassen des Haltes befreite. Ein Beispiel: Ich hielt eine *Asterias glacialis* unter der Wasseroberfläche centro-ventral an einen Kork, bis sie sich mit den circumoralen Pedicellen daran festgeheftet hatte. Nun schwebte sie frei an dem halb in die Luft ragenden Korke und extendirte alle Füßchen der fünf Strahlen. Ich berührte mit einem Stiftchen dieselben der Reihe nach alle und bemerkte, dass trotz der wohl eine Stunde lang immerzu wiederholten mechanischen Reizung der locale Reflex ausnahmslos eintrat, sogar oft bei stärkerer Reizung nicht allein Retraction der Füßchen, sondern auch Verschluss der Ambulacralfurche. Aber die Irradiation der Reizwirkung blieb aus, d. h. der Furchenschluss in den ungereizten Radien und die Einziehung der Pedicellen im Centrum traten nicht ein, wie es stets der Fall ist bei Reizung frei auf dem Rücken liegender Individuen. Erst als ich zwischen den Kork und die daran haftenden Füßchen mit dem Stäbchen eindrang, retrahirten sie sich in Folge des stärkeren directen mechanischen Reizes und ließen den Kork fahren. Nun kam das Thier in Gefahr herabzufallen, da es nur noch mit zwei oder drei Füßchen am Kork hing. Jetzt berührte ich nicht mehr und sah, wie das Thier, anstatt sich fallen zu lassen, mit der größten Vorsicht und Geschicklichkeit unter vielen Balancirungen und Gestaltänderungen sich wieder an den kleinen Kork festheftete. Wurde dann die Mitte einer Ambulacralfurche berührt, so retrahirten sich die unbeschäftigten Füßchen am Centrum mit, sowie sie aber zur Anheftung verwendet wurden, nicht mehr, sondern dann erst bei directer Reizung. Nach Herausnahme des Thieres und Entfernung des Korkes war die allgemeine Irradiation wieder da, indem alle centralen Pedicellen nach Reizung einer Furche sich mit einzogen.

Aus derartigen Versuchen folgt unabweisbar, dass Seesterne sich neuen Verhältnissen sehr zweckmäßig anpassen und Gewohnheiten unterlassen, welche, wenn sie in Gefahr kommen, ihnen schädlich werden oder ein Herabfallen in unbekannte Tiefen herbeiführen würden.

Trotz dieser, durch viele und in mannigfaltiger Weise abgeänderte Versuche bewiesenen, hartnäckigen Abneigung sich fallen zu lassen, habe ich jedoch eine Anordnung gefunden, welche *Asterias* gerade

Digitized by Google

so wie *Luidia*, nur nicht mit der gleichen Constanz, zum Hinabgleiten veranlasst. Legt man eine Stange unter spitzem Winkel über die Wasseroberfläche und darauf rittlings, mit der Ventralseite oben, eine *Asterias*, die mit 2 Radien einer-, 3 andererseits eben in das Wasser taucht, so lässt sich in der Regel das Thier nach der Seite der drei Radien langsam hinabgleiten und hält sich mit den Spitzen der zwei anderen, zuletzt nur des einen von beiden, an der Stange fest, so lange es nur irgend angeht, bis schließlich der Fall in das Wasser eintritt. Hier handelt es sich um ein actives Sich-fallenlassen im Gegensatz zu dem passiven Abfallen von der Glaswand, wenn die Wassertemperatur erheblich steigt oder Stöße, Erschütterungen und andere Reizungen den Halt lockern. Doch kann hierbei ebenfalls das Fallen und schnelle Hinabgleiten als Fluchtbewegung vorkommen. Dem aufmerksamen Beobachter wird dieser Unterschied nicht entgehen. Nun ist es aber räthselhaft genug, dass trotz des Vermögens, sich fallen zu lassen und dadurch am Leben zu bleiben, welches *Luidia*, *Astropecten* (*aurantiacus*, *pentacanthus* und *bispinosus*), *Ophidiaster*, *Echinaster* u. a. leicht bethätigen, indem sie nicht von der Stange, wie von einer schiefen Ebene allmählich abwärts in das Wasser kriechen, sondern sich direkt in dasselbe fallen lassen, dennoch manche Individuen lieber die ihnen ertheilte, noch nie erlebte Stellung und Lage beibehalten und zu Grunde gehen, als den Halt aufgeben.

Wenn man eine *Asterias glacialis* rittlings so auf die Stange legt, dass ein Strahl ganz aufliegt und zwei links, zwei rechts eben eintauchen, so bewegen sich zwar die Füßchen unter Wasser lebhaft, aber es kommt vor, dass die Thiere, ohne sich sonst zu rühren, noch nach 24 Stunden z. Th. vertrocknet da hängen, wo man sie hingehängt hatte, und an einer Art Histolyse absterben. Diese Thatsache beweist, dass die einzelnen *Asterias*-Individuen von sehr ungleicher psychischer Begabung sein müssen. Einige gehen zu Grunde, während sie mit Leichtigkeit durch Hinabgleiten in das Wasser sich retten könnten, andere lassen sich ganz gegen ihre sonstigen Gewohnheiten in das Wasser fallen und bleiben am Leben. Allerdings benöthigt dieser Act das Emporziehen von zwei eingetauchten Strahlen aus dem Wasser in die Luft, und diese ungewöhnliche Procedur mag bei besonders luftscheuen, trägeren Individuen großen centralen Widerstand finden und deshalb unterbleiben. Sie unterbleibt auch bei 4- und 3-strahligen *Asterias*-Exemplaren nicht selten.

Weitaus am merkwürdigsten sind die Befreiungsversuche der

Digitized by Google

Asteriden, welche mit großen Stecknadeln ohne irgend eine Verletzung gleichsam umzäunt und am Fortschreiten verhindert werden. Ich habe viele derartige Experimente ausgeführt, aber immer dasselbe Resultat erhalten, dass nämlich die Befreiung, wenn sie nicht mechanisch verhindert wird, in sehr zweckmäßiger Weise vor sich geht.

Legt man eine frische *Asterias glacialis* (mit der Dorsal- oder Ventralseite oben) auf eine schwimmende oder am Boden liegende beschwerte Korkplatte und befestigt man je eine 5 bis 7 cm hohe, dicke Nadel mit großem Knopf in den Scheitelpunkten der 5 Winkel interradial (wie es Fig. 1 der Tafel 7 von oben zeigt), so findet die Befreiung in der Weise statt, dass zuerst ein Strahl (1) so weit vorrückt wie möglich, dann die beiden Nachbarstrahlen (2 und 5) umgebogen, halb oder dreiviertel umgewälzt und zugleich emporgehoben werden (wie Fig. 2 ebenda andeutet). Ist dieses erste Stadium, welches eine Stunde und länger dauern kann, abgelaufen, dann wird einer von beiden (2) sehr schnell, in wenigen Secunden (so wie Fig. 3 es angiebt), dem ersten Radius (1) nachgeschoben. Ist einmal dieses zweite Stadium erreicht, dann bietet das dritte und letzte (Fig. 4) kaum noch Schwierigkeiten. Denn nun wird für den fast hufeisenförmigen anderen Nachbararm (5) Raum zum Vorschieben gewonnen, und die beiden übrigen bisher fast ganz passiven Strahlen (3 und 4) legen sich z. Th. über einander und folgen nach. Oft dauern alle 3 Stadien zusammen nur 15 Minuten, öfter viele Stunden. Sind die Nadeln sehr kurz, dann werden einzelne Radien, z. Th. beim Umlegen, über dieselben gehoben. So befreite sich eine kleine *Asterias*, die ich mit 64 Nadeln umsteckt hatte, obgleich der Abstand zweier kleiner als die Dicke eines Radius war.

Sind die Nadeln zwar lang, aber sehr dünn (Insectennadeln), so findet die Befreiung wie beschrieben statt, indem trotz ihrer Nachgiebigkeit keine Nadel geneigt wird. Hier kommt also keine neue Anpassung zu Stande, vielmehr scheint mit der bloßen Berührung die Prüfung des Hindernisses beendigt zu sein.

Dagegen liefert das ungleiche Verhalten eines und desselben Individuums in einem mit nahe neben einander stehenden Stecknadeln umfriedigten Viereck, Dreieck, Kreis oder Oval einen deutlichen Beweis für das psychische Anpassungsvermögen der Seesterne. Das eine Mal legt sich *Asterias* auf die Kante und schiebt sich, die Radien förmlich über einander thürmend, durch die nach langem tastendem Suchen ausfindig gemachte weiteste Öffnung der kleinen Palissaden, ein ander Mal verfährt es ähnlich wie oben beschrieben, ein

Digitized by Google

drittes Mal übersteigt es die Schranken. Ob ein Strahl vorher abgetrennt worden, macht keinen wesentlichen Unterschied.

Astropecten ist wegen der geringeren Beweglichkeit und geringeren Anzahl der Pedicellen nicht so leistungsfähig, legt aber unter ähnlichen Verhältnissen seine Strahlen meist paarweise um. Die Torsion ist jedoch niemals so vollkommen wie bei *Asterias*. Daher auch *Astropecten* sich aus dem Nadelfünfeck (Fig. 1, Taf. 7) nicht befreien kann, wenn die Nadeln lang sind. Andernfalls hebt er seine Scheibe über eine Nadel hinweg. Kommt dabei deren Kopf gerade in die Mundöffnung und den Magen zu liegen, so wird die Flucht unterbrochen. Ähnlich verfährt *Luidia*, wenn sie durch 7 interradiale, in den Scheiteln ihrer 7 Winkel vertical in den Boden eingelassene über 5 cm lange Nadeln gefangen ist. Das Thier dringt mit großer Wucht gegen eine der Nadeln an, so dass sie nur noch einen Winkel von 52° oder weniger mit dem Brett bildet, dann kriecht es über dieselbe hinweg, die Strahlen hebend und nach oben convex biegend. Manchmal wird eine Nadel ganz umgebogen, dann ist das Entweichen noch leichter.

Von anderen Asteriden ist namentlich *Asterias tenuispina* bemerkenswerth wegen der Geschwindigkeit, mit welcher sie durch dichtstehende Nadeln sich durchzwängt. Ein Individuum mit 7 fast gleich langen Strahlen von mehr als je 1 cm Dicke, drang, nach wenigen fruchtlosen Versuchen, durch einen Spalt von weniger als 1 cm durch, mit allen 7 Strahlen, und bei mehrfacher Wiederholung des Versuches dauerte das Tatonniren immer kürzer: wieder ein Beweis für die Anpassung an neue Verhältnisse, für das Vermögen auch dieser Art zu lernen. *Asterina* verhält sich ähnlich.

Ophiuren übertreffen aber darin noch die eigentlichen Seesterne. *Ophioderma* hebt sich ohne langes Besinnen mit zwei Radien so hoch, dass sie ihre Scheibe über die Nadeln schieben kann, und wenn sie zu hoch sind, legt sie sich, wie *Ophiomyxa*, auf die Seite und schiebt sich kräftig durch. Wie dabei die Nadeln stehen, ob im Fünfeck oder im Kreise, ist nicht von Belang und eine derartige Abwechs-

lung der Umfriedigungsweise nur von Interesse, weil man dadurch die Thiere auch zu Abänderungen ihres Befreiungsmodus bewegen kann. Bald suchen sie sich durchzuzwängen, bald hinüberzustei-

Digitized by Google

gen, bald sich durch Umlegen durchzuschieben. Wenn die eine Methode versagt, wird die andere angewendet, wie von intelligenten Wirbelthieren. In keinem Falle wird aber dabei auch nur eine Nadel umgebogen. Sogar in der Luft und aus der Dorsallage heraus kann *Ophiomyxa* diese Befreiung leicht bewerkstelligen.

Es ist überflüssig, noch weitere Versuche zu beschreiben, welche zeigen, wie zweckmäßig See- und Schlangensterne sich aus elastischen Ringen, vielfach verschlungenen Fäden, Netzen, dicht sie umwickelnden Strängen von Watte u. dgl. m. befreien. Immer aufs Neue fesselt die Sicherheit und, man könnte fast sagen, Eleganz, mit der alles Störende abgestreift wird, den Beobachter. Auch ist die Anzahl der überflüssigen Torsionen, Tastbewegungen, Locomotionen hierbei um so geringer, je öfter ein Individuum in solcher Weise in Verlegenheit gesetzt worden ist. Die Befreiung findet noch dazu kaum zweimal nach einander genau in derselben Weise statt und von den Gestalt- und Lageänderungen der Thiere kann man selbst durch viele Zeichnungen kein anschauliches Bild geben, weil sie zu sehr wechseln. Allein schon die Änderung des Winkels, den zwei Radien bilden, ist erstaunlich. Bei *Asterias glacialis* können zugleich 2 der Winkel je über 90° erreichen, 2 ganz spitz sein und der 5. an 170° betragen.

Diese secundären Veränderungen sind es aber nicht, welche mich bewogen, gerade den Flucht- und Befreiungsversuchen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, sondern der Wunsch, sichere Thatsachen für die selbständige psychische Action der Seesterne zu gewinnen. Dass diese nun vorliegen, somit die Ansicht, die Echinodermen seien lediglich Reflexthiere, falsch ist, kann nicht bezweifelt werden. Dabei ist die einheitliche Leitung, der »Consensus« aller Theile des fünffachen oder siebenfachen Nerven- und Muskelsystems nicht weniger, als die Mechanik der Ausführung eines unverkennbar vorher gefassten Befreiungsentschlusses, vom größten physiologisch-psychologischen Interesse.

Die Autotomie oder Selbstamputation.

Die Thatsache, dass viele Thiere unter gewissen Umständen kleine und große Stücke von sich ablösen, ihren Magen auswerfen, sich förmlich selbst zu entleiben scheinen, enthält ein physiologisches Problem ersten Ranges. Namentlich die Frage, wodurch die Autotomie oder Selbstamputation eines Radius oder Radiusstückes eines Seesterns, welche ein Mensch mit den Händen allein in so kurzer

Digitized by Google

Zeit so glatt abzutrennen außer Stande wäre, bewerkstelligt wird, dann die Brüchigkeit der Ophiuren und die noch größere der Crinoiden, fordern den Scharfsinn des Experimentators heraus. Dass die Holothurien den größten Theil ihres Verdauungsapparates ausstoßen und forttreiben lassen, erscheint nicht weniger räthselhaft, als das Auseinanderfallen der *Comatula* in viele kleine Stücke, sowie sie nur wenige Secunden im Regen- oder Brunnen-Wasser verweilt.

Ich habe eine Anzahl von Beobachtungen über die natürliche und künstlich herbeigeführte Autotomie an Asteriden, Ophiuren und Crinoiden angestellt, welche wenigstens insofern etwas Licht in das Dunkel bringen, als sie beweisen, dass die Selbstamputation nicht einer Ursache allein zugeschrieben werden darf und durchaus nicht in allen Fällen dem betreffenden Thiere verderblich wird, vielmehr sehr häufig ihm das Leben erhält. Ich stelle hier einige von mir an den verschiedensten Arten wahrgenommene Fälle kurz zusammen und schicke nur die Bemerkung voraus, dass bei allen Arten die autotomirten Stücke sich stets in physiologischer Hinsicht genau so verhalten, wie die mit Schere oder Messer abgeschnittenen, so dass alles früher von diesen Berichtete auch für jene gilt.

Asteriden. Am leichtesten findet die Autotomie bei *Asterias tenuispina* statt, welche gewöhnlich 7-strahlig ist, aber nur selten 7 gleich lange Radien besitzt; gewöhnlich sind 3 oder 4 abgelöst, welche sich durch Regeneration zu 7 ergänzen, während der Rest ebenso neue Radien ansetzt. Doch habe ich oft auch nur 1 oder 2 Strahlen isolirt gefunden. Zahllose einzelne Strahlen und Strahlenpaare gehen durch die Todfeinde der Aquariumthiere, die Fäulnisbakterien, zu Grunde, und zwar meistens innerhalb einer Woche. Es ist daher schwer, die Regeneration vom Anfang an bis zu einer deutlichen Neubildung, die sich als Radius mit Ambulacralcanal und Pedicellen zu erkennen giebt, zu verfolgen. Da man aber bei diesem an der Küste bei Neapel ungemein häufigen Thiere alle Übergänge fast neben einander in derselben Jahreszeit antrifft, so kann es nicht zweifelhaft sein, dass die »Sprossung« unabhängig von äußeren Umständen vor sich geht, so lange nur der sich ergänzende Theil sich unter günstigen Lebensbedingungen befindet.

Asterias glacialis besitzt ebenfalls in hohem Grade das Vermögen der Selbstamputation. Ein großes Exemplar, welches ich in die Hand nahm, ohne es zu drücken, kroch von derselben fort und ließ einen Strahl zurück; ein kleineres trennte, als ich 2 seiner Radien mit einem Drahte durchbohrte, beide ab. Wenn diese Seesterne in Meerwasser

Digitized by Google

langsam über 34° hinaus nur wenig erwärmt und dadurch erweicht worden sind, dann brechen die Radien schon beim Anfassen leicht ab. Sie werden auch ohne Berührung häufig nach einem mehrstündigen Aufenthalte in der Luft autotomirt, namentlich wenn das Thier rittlings auf einer Stange dicht über dem Wasserspiegel mit eingetauchten Spitzen verharrt; anstatt sich auf einer Seite ganz in das Wasser fallen zu lassen, lässt es einen einzelnen Radius oder nach einander zwei Radien isolirt hinabfallen. Auch das Aufhängen der Thiere an Haken unter Wasser hat nicht selten eine Selbstamputation zur Folge.

Einer mittelgroßen *Asterias glacialis* theilte ich mit dem Messer einen Strahl der Länge nach radial-median von der Spitze an bis zu $^2/_3$ und nach einigen Tagen, da sie sich hielt, noch einen ebenso bis zu $^4/_5$ der Länge. Am 3. Tage nach dem letzteren Schnitt löste sich der zu $^4/_5$ getheilte Strahl mitsammt dem ihm zugehörigen Centraltheil ab, blieb aber noch lange reizbar. Der andere löste sich ab, als ich das Centrum elektrisch reizte, um zu erfahren, ob die Saugfüßchen noch reagirten, was an den beiden längsgetheilten Stücken nur noch wenig der Fall war.

Schon das Umspannen der *Asterias* mit enganschließenden Kautschukringen, das Anbinden derselben an Gläser unter Wasser bewirkt nach einigen Tagen dann leicht die autotomische Ablösung von 1 oder 2 Radien, wenn das Thier sich ohne diese Erleichterung nicht befreien kann. Schneller pflegt die Selbstamputation nach vorausgegangener Gewebsverflüssigung durch einen oder zwei Tropfen concentrirter Schwefelsäure herbeigeführt zu werden, welche freilich das Kalkskelett local zerstören. Auch wiederholte elektrische Reizung hat öfters eine Ablösung zur Folge, namentlich wenn ein einseitiger interradialer Einschnitt vorher gemacht wurde. Ohne Schnitte und künstliche Reizung sah ich ferner mehrmals einen Strahl, seltener zwei, abgelöst werden, wenn ich die *Asterias* aus der Luft in eine enghalsige mit Seewasser gefüllte Flasche kriechen ließ. KRUKENBERG meint, die Ablösung einzelner Strahlen mit dem zugehörigen Scheibenstück trete ein, wenn die Wassermenge im Behälter unzureichend sei. Ich habe aber *Asterias glacialis* auch in sehr engen Behältern tagelang intact erhalten und vermuthe, dass eher faulige Beschaffenheit des Wassers zum Auseinanderbrechen der Radien führt.

Luidia ciliaris macht von ihrem Vermögen, ihre 7 Radien zu autotomiren, den ausgiebigsten Gebrauch, so dass man nur ausnahmsweise ein großes Exemplar ohne Spuren vorangegangener Selbst-

Digitized by Google

amputationen findet. Besonders leicht kann man durch wiederholte Stiche, sowie chemische und elektrische (tetanisirende) Reizung einer beliebigen Stelle des dorsalen Integumentes oder der Ambulacralfurche eines der 7 Strahlen die Ablösung des distalen Stückes von der Reizstelle an herbeiführen, während es sehr schwer und in der gleichen Zeit oft unmöglich ist, ohne Instrumente mit den Händen allein einen ebensolchen Strahl so glatt abzubrechen. Ein Tropfen concentrirter Schwefelsäure, in der Luft irgendwo am Radius angebracht, hat in der Regel baldige Ablösung desselben zur Folge; die starke elektrische Reizung mittels der in die Haut eingeführten Drahtenden der secundären Rolle des Schlittenapparates gestattet aber besser die merkwürdigen Einzelheiten, die Farbenveränderung (wahrscheinlich durch Chromatophorenreizung), das Durchbrechen der Hautdecke, die Zerreißung des Darmes, das Auseinanderbrechen des Skelettes etc. zu sehen. Fast immer findet man die Bruchstelle oberhalb der Reizstelle oder dicht an einem Pol, nicht unterhalb der intrapolaren Strecke. Entsprechendes gilt für andere Reizungsarten, z. B. Einschnürung mittels eines Kautschukringes, Eintauchen in Brunnenwasser, Auftröpfeln von heißem Seewasser auf eine beliebige Stelle eines Strahles: er bricht an der Reizstelle ab.

Durch besondere Versuche an vielen frisch autotomirten *Luidia*-Strahlen stellte ich ferner fest, dass auch diese durch starke elektrische Reizung in gehörigem Abstande von der Bruchstelle wieder in 2 oder auch 3 Stücke zerfallen können, somit der nervöse Centralring für die Selbstamputation nach starker Reizung keinenfalls erforderlich ist. Ist hingegen der autotomirte Strahl alt, fast unerregbar, dann wird er zwar noch brüchig an der Reizstelle, aber er bricht nicht oder nur schwer von selbst (nach mehreren Tagen) ab.

Astropecten aurantiacus habe ich ohne äußere Verletzungen sich niemals autotomiren gesehen, konnte ihn aber leicht dazu bringen durch einen ventralen Querschnitt an einem Strahl, welcher das dorsale Integument unversehrt lässt. Man findet dann am dritten Tage die Radien gerade an den Einschnittstellen abgelöst. Auch Quetschungen oder oberflächliche Reizungen mit concentrirten Säuren, welche schleunige Zerstörung des Kalkskelettes unter der Reizstelle bewirken, haben fast immer nach einigen Tagen Ablösung des Radius von der Reizstelle an zur Folge; desgleichen Durchbohrungen.

Ophidiaster ophidianus, welchen ich in großen Exemplaren nicht länger als einige Tage im Aquarium halten konnte, löste über Nacht, ohne angebbaren Grund, einen oder zwei von den hochrothen Ra-

Digitized by Google

dien dicht an der Scheibe ab. Mehrere Individuen hielten sich dann noch lange mit ihren beweglichen gelben Ambulacralfüßchen an den Wänden, gerade wie die autotomirten Radien.

Ophiuren. Geringfügige Reize, nicht allein Benetzung mit Säuren, elektrische Schläge, Stiche, Umschnürungen, sondern auch bloßes Anfassen hat besonders leicht bei der 6- oder 7strahligen *Ophiactis virens*, aber auch bei *Ophioderma*, *Ophiomyxa* und *Ophioglypha* ein rasches Abbrechen des betroffenen Strahles zur Folge. Entweder fällt derselbe ganz ab — mit der Bruchstelle oberhalb der Reizstelle — oder er zerfällt sogleich weiter in mehrere Stücke, letzteres namentlich, wenn die Autotomie in der Luft vor sich geht, das Thier z. B. vom Tische auf den Boden fällt oder auf Glas den directen Sonnenstrahlen ausgesetzt wird. *Ophiomyxa* ist in dieser Hinsicht besonders empfindlich. Bei einem chloroformirten Individuum sah ich, wie dadurch, dass ein Strahl den anderen fest umschlang, der letztere abbrach. Eine *Ophioderma*, welche sich von der Chloroformirung in frischem Seewasser erholte, schnürte sich dabei 14 Stücke ab, und zwar in schneller Folge innerhalb weniger Minuten. Schon das Überschieben eines kleinen Kautschukschlauches über den Radius einer normalen Ophiure kann dessen Selbstamputation bewirken, daher große Vorsicht zur Anstellung der damit ausgeführten Versuche (s. oben p. 124) erforderlich ist. Gelingt es zwar dem Experimentator, schnell und behutsam einen 5 cm langen engen Kautschukschlauch einer *Ophiomyxa* bis an die Scheibe über einen Radius zu stülpen, ohne ihn zu verletzen, nicht aber dem Thiere, ihn mit den Nachbararmen abzustreifen, dann wird von diesem schließlich der ganze Radius am proximalen Ende der Hülse abgelöst. Ich sah diese Abschnürung sogar dann stattfinden, wenn das Thier schon vorher auf anderem Wege $2^1/_2$ Strahlen eingebüßt hatte, so dass es nur $1^1/_2$ behielt. Für *Ophioglypha* gilt Ähnliches. Wenn die Hülse ohne Verletzung übergeschoben worden und durch pendelnde Bewegungen des betreffenden Strahles nicht abgeschleudert werden kann, dann wird dieser oberhalb des Schlauches autotomirt. Auch wenn man durch zwei Radien eine Nadel sticht, wird der eine durch Selbstamputation abgeschnürt (*Ophioderma*).

Dagegen wird die Autotomie bei Ophiuren erschwert, wenn durch Stiche an den 5 Mundwinkeln der Zusammenhang des Radialmarks mit dem Nervenfünfeck unterbrochen worden ist.

Crinoiden. *Antedon* eignet sich vorzüglich zur Beobachtung

Digitized by Google

der Autotomie nach künstlicher Reizung. Besonders die Anwendung von Induktionsströmen unter Wasser gab mir gute Resultate:

1) Eine *Comatula*, unter Wasser central elektrisch tetanisirt, lässt schnell einen Strahl nach dem andern abfallen, bis nur noch wenige, schließlich einer, übrig bleiben. Der Rumpf bewegt sich mit dem einen weiter. Wenn aber letzterer unter Wasser für sich elektrisch gereizt wird, fällt auch er ab.

2) Nach elektrischer Reizung eines Strahles einer *Comatula*, an beliebiger Stelle, fällt derselbe stets centropolar ab, d. h. dicht an der intrapolaren Strecke, meist etwas oberhalb derselben, und zwar total, wenn der Reiz nahe am Centrum applicirt worden war, manchmal an 2 Stellen. Alle abgelösten Stücke und das Centrum leben noch wenigstens einen Tag, wenn das Wasser auch nicht gewechselt wird, indem sie sich von selbst, z. Th. lebhaft, bewegen, sich aufrollen und strecken und auf mechanische Reize (Druck) antworten. Es ist für das Abfallen gleichgültig, ob die elektrische Reizung in der Luft oder im Wasser stattfindet; nur muss sie stark genug sein. Temp. 14 bis 15° C. Beim Rollenabstand 40 mm (des Schlittenapparates) hatte Berührung eines Strahles mit der elektrischen Pincette an beliebiger Stelle eine Bewegung aller Strahlen zur Folge; bei 45 mm traten nur schwache locale oder keine Reflexe ein; bei 23 mm aber löste sich der ganze Strahl von der Reizstelle an oder einige Millimeter oberhalb derselben schnell ab und bewegte sich dann für sich in lebhaften Windungen, um sich schließlich zusammenzurollen.

3) Die isolirten Radien brechen nach elektrischer Reizung ebenfalls entzwei, aber lange nicht so schnell und leicht, wie am ganzen Thier. Man kann jedoch dieses durch sehr häufige Wiederholung der elektrischen Reizung, welche zur Herbeiführung der Autotomie nicht hinreicht, fast reactionslos machen, indem auch die Fluchtversuche aufhören. Das Thier scheint — vielleicht durch die Wirkung der Elektrolyse — dem Absterben nahe gebracht zu werden.

4) Lässt man eine frische *Comatula* in warmes Seewasser von 37 bis 38° fallen, so bewegt sie sich zwar noch einige Secunden lang lebhaft, zerfällt aber dann in viele einzelne Stücke, nachdem sie sich vorher oft erst noch (wie in einer Wärmestarre) zusammengeballt hat. Welche Temperatur für die möglichst schnelle Zerklüftung der zehn Radien, die dabei oft viele Pinnulae verlieren, die geeignetste ist, lässt sich auf 1 bis 2° C. genau nicht angeben. Sicher aber ist nach meinen Bestimmungen die von Joh. Frenzel

Digitized by Google

(PFLÜGER's Archiv für Physiologie, 1885: »Temperaturmaxima für Seethiere«) angewendete von 30° zu niedrig, wenn auch die individuellen Resistenzunterschiede groß sind. Eine frische rothe *Comatula* gab beim Hineinwerfen in Seewasser von 35,9° nur zwei Strahlenspitzen ab, in solchem von 29,1° eine andere keine; in solchem von 37° brachen fast alle Spitzen augenblicklich ab (bei einem scheckigen, braun und weiß gestreiften Exemplar). Schon bei 36,5° tritt die Autotomie oft schnell ein, und bei 37,4° zerfällt das Thier sofort in viele kleine Stücke. Eine große gelbe *Comatula* zog hingegen beim Eintauchen der Radien in Seewasser von 38° die Spitzen nicht jedes Mal schnell zurück, aber sie zerfiel doch auch sogleich in viele Stücke, als ich sie ganz in Seewasser von 37,1° fallen ließ. Nur der Rumpf mit den fünf Paar Ansätzen der zehn Radien blieb ungetheilt. Findet diese thermische Autotomie nicht sofort nach dem Hineinwerfen des Thieres in das 37° warme Seewasser statt, so geschieht das Auseinanderfallen bei der Berührung. Fasst man nämlich das symmetrisch zusammengeballte Thier mit der Pincette an, so behält man regelmäßig das erfasste Stück in derselben. Ebenso bei 36,5 und 37,5°. In diesem Intervall scheint die Brüchigkeit — auch die Farbstoffabgabe — ihr Maximum zu erreichen. Wenigstens geht in demselben die Beweglichkeit am schnellsten verloren. Bei 38 bis 39° ziehen sich zwar die Crinoiden auffallend schnell und symmetrisch melonenförmig zusammen, zerfallen aber nicht immer von selbst; bei 35 bis 36° ist zwar die Brüchigkeit enorm, aber das Zusammenballen weniger ausgesprochen. Doch sind wahrscheinlich diese Angaben nicht allgemein gültig.

Bei derartigen immer ungenauen Bestimmungen kommt viel darauf an, ob der Übergang von der gewöhnlichen zur hohen Temperatur plötzlich oder allmählich geschieht. *Comatula* wird beim langsamen Erwärmen bis gegen 37° nicht so brüchig, wie beim Hineinwerfen in Seewasser von 35°. Für die Erholung ist vor Allem außerdem maßgebend die Zeit, während welcher die Thiere in dem abnorm warmen Wasser verweilten, sowie die Verwendung von frischem, lufthaltigem, strömendem Seewasser gewöhnlicher Temperatur (12 bis 16°), wenn es gilt, die schädlichen Wirkungen der Erwärmung zu beseitigen.

Über alle diese Specialfragen müssen noch viele Versuche systematisch ausgeführt werden. Ich habe hier nur eine Anzahl von Beobachtungen über die Autotomie unter verschiedenen Umständen zusammengestellt, um zu zeigen, dass es sich um einen Vorgang eigenthümlicher Art handelt und namentlich die für Crustaceen von

Digitized by Google

Fredericq aufgestellte Ansicht, als wenn die Selbstamputation auf einem Reflexe beruhe, nicht überall zutrifft. Denn die plötzliche Zerklüftung der Ophiurenstrahlen in der Luft, der Crinoiden im warmen Wasser passt dazu ebensowenig wie die durch elektrische Reizung herbeigeführte wiederholte Theilung eines bereits autotomirten Stückes. Keinenfalls würde also hier ein Reflex mit Betheiligung des Centrum, sondern höchstens ein peripherer Reflex anzunehmen sein.

Wenn man aber von dieser Hypothese allein ausgehen wollte, dann erscheint es unverständlich, dass in vielen Fällen, namentlich bei Ophiuren, die Zerstörung der centralen Übergänge des Radialmarks in den Nervenring eine Erschwerung und Aufhebung der Selbstamputation bedingt, dass gerade in schwierigen Situationen, z. B. beim Hineinkriechen aus Luft in enge mit Seewasser gefüllte Gefäße, ein Radius central, wie nach kluger Berechnung, abgeschnürt wird, dass in fauliger Zersetzung befindliche, durch Schnitte, Stiche, Quetschungen, Ätzungen, Umschnürungen untauglich gemachte Strahlen oberhalb der schadhaften Stelle höchst zweckmäßig abgelöst werden u. dgl. m.

Das Auseinanderbrechen der *Comatula* im warmen Seewasser, im destillirten Wasser, die Autotomie der Asteriden, Ophiuren und Crinoiden nach starker circumscripter Reizung einer Stelle eines Radius mag immerhin nur auf einer peripheren Reflexaction beruhen, obgleich dieselbe sehr schwer verständlich wäre; die energische Ablösung eines decimeterlangen *Luidia*-Strahles im Augenblick, da er die Flucht nach einer Reizung behindert, kann nicht wohl ohne Hinzuziehung des Centrums gedacht werden, ebenso die Spaltung der 7strahligen *Asterias tenuispina* in zwei Individuen von je 3 und 4 Radien.

Im letzteren Falle kann man sich kaum der Vorstellung verschließen, als wenn eine Art Uneinigkeit, z. B. in Betreff der Progressionsrichtung, die Ursache der Autotomie sei. Ein Theil der 7 Centromotorien »will« nach rechts oder nach oben, ein anderer nach links oder nach unten, und wenn keine Einigung erzielt wird, dann fällt eben das Thier auseinander und 4 Strahlen marschiren nach rechts, nach oben, 3 nach links, nach unten etc. Mehrere Monate später sind beide Stücke wieder 7strahlig und es lässt sich nicht angeben, wie oft eine *Asterias* eine solche Theilung und Neubildung erleben kann. Es ist denkbar, dass irgendwo auf dem Grunde des Meeres ein und derselbe Strahl einer *Asterias tenuispina*

Digitized by Google

seit Jahrhunderten in einförmigem Wechselspiel neue Strahlen ansetzt, ablöst, wieder ansetzt etc., bis ein Zufall ihn tödtet.

Die laienhafte Vorstellung, als wenn Seesterne durch Ablösung ihrer Radien einen Selbstmordversuch begingen, ist um so weniger discutabel, als thatsächlich gerade das Gegentheil einer Lebensverkürzung, nämlich unter günstigen äußeren Umständen eine erhebliche Lebensverlängerung durch eine wahre Verjüngung herbeigeführt wird. Denn je größere Dimensionen ein Seestern erreicht, um so schwerer ist es ihm, sich unversehrt zu erhalten, durch schnelle Flucht den Feinden im Meere zu entgehen und sich selbst genügende Nahrung zu verschaffen. Den sehr großen Asteriden, besonders der *Luidia*, muss es also vortheilhaft sein, in der Concurrenz um die wichtigsten Lebenserfordernisse sich gewissermaßen kleiner machen zu können durch Autotomie. Der vorübergehende Nachtheil, den der Verlust einer Anzahl von Saugfühlern mit sich bringt, wird durch die erstaunlich schnell vor sich gehende Regeneration der abgetrennten Strahlen und Spitzen bald wieder ausgeglichen, abgesehen davon, dass sehr häufig das Thier als Ganzes einzig der rechtzeitigen schleunigen Selbstamputation die Erhaltung seines Lebens dankt. Es handelt sich demnach vielleicht hier um eine uralte (paläophyletische) instinctive und sehr fest vererbte Schutzmaßregel.

Von dem an Asteriden ebenfalls oft zu beobachtenden Prolaps des Magens und Darmes kann dasselbe nicht behauptet werden.

Es giebt kaum eine Asteriden-Art, welche nicht dann und wann den leeren Magen ausstülpte und wieder einzöge. Fast macht diese Operation den Eindruck, als wenn der ganze Schlauch gründlich gewaschen werden sollte, aber weshalb manche, wie *Ophidiaster attenuatus* in Lebensgefahr, wenn man sie z. B. in der Luft auf den Rücken legt, wo sie rasch durch rapide Wasserabgabe zusammenschrumpfen, regelmäßig den vollen Magen mit den Anhängen und sogar oft noch Theile des Darmes aus besonderen, vorher nicht sichtbaren Spalten der Radien prolabiren lassen, ist nicht ersichtlich. Dabei muss noch zur Unterscheidung dieses Prolapses von dem obigen bemerkt werden, dass es mir trotz vieler Bemühungen nie gelang, die beim Eintrocknen eingetretene Magenausstülpung im frischen Seewasser rückgängig zu machen, wenn auch die normale Form, Erregbarkeit und Beweglichkeit sich wiederherstellten.

Auch *Chaetaster* wirft an der Luft den Magen aus. *O. ophidianus*, *Asterias tenuispina* und *glacialis*, sowie *Astropecten aurantiacus* habe

Digitized by Google

ich beim allmählichen Erwärmen des Seewassers, in welchem sie sich befanden, ebenfalls den Magen auswerfen sehen, ohne Wiedereinstülpung desselben. Es geschah zwischen 32 und 36 °. Da über eine etwaige Regeneration der prolabirten Stücke des Verdauungsschlauches noch nichts bekannt ist, während sie bei Holothurien constatirt wurde, so ist die Vermuthung, das Auswerfen des Magens sei, ähnlich der Autotomie, wenigstens in einzelnen Fällen einem Verjüngungsprocess gleich zu achten, noch keineswegs gerechtfertigt. Dass hungrige Seesterne den Magen ausstülpen und einziehen, ist bekannt, aber daraus folgt nichts für die Erklärung des tödtlichen Magenauswerfens in den angeführten Fällen.

Über die Neubildung abgetrennter Theile.

Wiederholt ist die Regeneration der von Echinodermen durch Autotomie abgelösten Theile Gegenstand morphologischer Untersuchungen gewesen, ohne dass bis jetzt über diesen stark an das Wachsthum der Pflanzen erinnernden Vorgang viel Licht verbreitet worden wäre. Nach den, wie KRUKENBERG hervorhebt, schon im vorigen Jahrhundert von BERNARD DE JUSSIEU und GUETTARD (1741), und in diesem von DUJARDIN und HUPE (1862) ausgeführten Versuchen ist ein einzelner Strahl im Stande, die ganze Centralscheibe nebst den übrigen vier Strahlen neu aus sich zu erzeugen. Wer etwa noch zweifeln sollte, dass es sich wirklich so verhält, braucht nur die von Prof. E. HAECKEL in seiner Abhandlung über »Die Kometenform der Seesterne« (in der Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, 30. Bd., Suppl. 1878) beschriebenen und genau nach der Natur abgebildeten, äußerst merkwürdigen Formen im zoologischen Museum zu Jena anzusehen, um sich zu überzeugen, dass sogar ein acentrisch, ohne das kleinste Stück der Scheibe abgelöster Strahl von der Bruchstelle aus die letztere mitsammt den vier übrigen Radien regeneriren kann.

In physiologischer Hinsicht ist diese Thatsache deshalb besonders beachtenswerth, weil nach meinen Erfahrungen (s. p. 230) dem centralen Nervenpentagon der Echinodermen, oder wenigstens den fünf Ecken desselben, von welchen das Radialmark seinen Anfang nimmt, in functioneller, und zwar namentlich coordinatorischer Beziehung ein höherer Rang zukommt, als dem Radialmark selbst, letzteres aber im vorliegenden Falle allein ausreicht zur Reproduction des Centralorgans. Somit ist hier eine Art der Neubildung in einem

Digitized by Google

einzigen Körper verwirklicht, wie sie sonst nur phylogenetisch über viele Generationen vertheilt angenommen wird. Denn dass bei Wirbelthieren zuerst das Rückenmark und dann erst das Gehirn, mit der gesteigerten Thätigkeit des ersteren, sich bildete, ist gewiss. Hier bildet sich aber innerhalb eines Jahres ein nervöses Centralorgan höherer Ordnung vollständig neu aus einem peripheren Theile niederer Ordnung.

Das physiologische Experiment hat sich dieser Frage, wie die Regeneration im Besonderen bei Asteriden zu Stande kommt, noch nicht bemächtigt, obgleich kaum eine der Species des Mittelmeeres unfähig wäre, abgetrennte Radien zu ergänzen. Vor Allem ist die häufige *Asterias tenuispina* geeignet, die Bedingungen der Regeneration kennen zu lehren. Meistens hat sie sieben Radien und wirft drei ab, die sich, wie erwähnt, wieder zu sieben ergänzen. Ich habe aber auch achtstrahlige Exemplare lebend beobachtet, welche fünf junge (kleine) und drei alte (große) Strahlen hatten, oder vier neue und vier alte. Auch neunstrahlige Individuen mit vier jungen und fünf alten Strahlen, sowie sechsstrahlige mit vier jungen und zwei alten Strahlen haben mir im unverletzten Zustande lebend vorgelegen, nachdem sie kurz vorher dem Golfe entnommen worden waren. Es sind mir aber keine Untersuchungen über die für die Regeneration günstigsten Bedingungen und über die physiologischen Verschiedenheiten der neugebildeten Theile von den alten, denen sie aufsitzen, bekannt geworden. In letzterer Beziehung sei jedoch eine an Ophiuren von mir beiläufig gemachte Beobachtung erwähnt, welche ein nicht geringes physiologisches Interesse hat.

Eine ganz frische *Ophiomyxa*, welche sich in 17 Secunden selbst wendete, mit einem in der Regeneration begriffenen Radius, fand ich an der neu angewachsenen zierlichen Radienspitze viel empfindlicher, als an anderen Theilen. Denn wenn ich sie ganz leicht mit der Pincette comprimirte oder nur berührte, zog sich sogleich der ganze Strahl, und nur dieser, energisch zurück, während die vier anderen Strahlen auf stärkeren Druck noch gar nicht reagirten. So groß war der Unterschied, dass er kaum auf die größere Dicke des alten Integumentes, im Vergleiche zum jungen, allein bezogen werden kann. Die Thatsache erinnert an die Empfindlichkeit vernarbender Wunden bei höheren Thieren.

Im Allgemeinen sind Ophiuren, wie es scheint, bezüglich der Regeneration abgelöster Strahlen insofern von den Asteriden verschieden, als bei ihnen ein ohne ein Stück der Centralscheibe abgetrennter Radius außer Stande ist, erstere neu zu bilden, während

Digitized by Google

Asteriden es, wie HAECKEL bewies und ich mich auf das Bestimmteste an seinen Präparaten überzeugt habe, vermögen. Auch die sich sehr leicht regenerirende *Ophiactis virens* ersetzt nur ihre Radien, und zwar meistens nur die peripheren Theile derselben. Zwar geschieht dasselbe in der Mehrzahl der Fälle auch bei *Luidia*, *Asterias glacialis* und *Uraster*, aber letzterer, und namentlich *Asterias tenuispina*, können nachgewiesenermaßen die ganze Scheibe aus einem Radius neu bilden.

Hierin liegt wieder ein Beweis dafür, dass bei Ophiuren das nervöse Centrum eine erheblich höhere physiologische Dignität als bei Asteriden hat. Bei Ophiuren bedarf die Regeneration einer Strahlenspitze der Betheiligung des Centrum oder wenigstens eines Theiles desselben, bei *Uraster* nicht. *Luidia* bildet eine Art Übergang zwischen beiden in physiologischer Hinsicht. Deshalb wäre es interessant zu wissen, ob bei ihr ein Radius im Stande ist, nicht allein seine Spitze oder sich selbst von der Basis an ganz neu anzusetzen, sondern auch sein Centrum neu zu bilden, wie *Uraster rubens*.

Die functionelle Gleichwerthigkeit der Strahlen.

Wenn auch in morphologischer Beziehung, abgesehen etwa von der Lage der Madreporenplatte und der ungleichen Länge der Strahlen, ein Grund für die Bevorzugung eines derselben in irgend welcher Weise nicht vorliegt, so schien es mir doch nothwendig zu ermitteln, ob Seesterne bei ihren Locomotionen, namentlich Fluchtversuchen, mit einem Radius öfter als mit den anderen vorangehen, weil dann ein Radialmark mit seinem Centrum physiologisch entschieden höher stehen und ein Radius gleichsam die Führung der anderen übernehmen würde. Da aber viele Seesterne lange Zeit in geradliniger Richtung ohne Drehung um ihre Verticalachse fortkriechen, so lässt sich, ebenso wie eine Majorisirung der 4 oder 5 oder 6 Radien durch den vordersten, ein coordinatorischer Majoritätsbeschluss annehmen.

Es könnte auch eine vollständige, sich von Fall zu Fall immer wieder herstellende Synergie oder Harmonie angenommen werden. Diese ist aber wegen der bei manchen Fluchtbewegungen schnell erfolgenden Autotomie eines Strahles sehr unwahrscheinlich.

Deshalb stellte ich viele Versuche an zur Prüfung der Frage, ob eine Majorisirung oder ein Majoritätsbeschluss — ich finde zur kurzen Bezeichnung keine besseren Ausdrücke — die Richtung der Fortbewegung bestimmt.

Digitized by Google

Um für alle Radien des völlig frischen und unversehrten Seesterns möglichst gleichartige Bedingungen und, ohne künstliche Reizung, die Nothwendigkeit einer Fluchtbewegung herbeizuführen, legte ich das Thier so auf eine kleine, oben halbkugelige hohle Glassäule im Behälter, dass die Scheibe mit den Basaltheilen der Radien in der Luft, die Radien selbst sich im Wasser befanden. Durch eine Luftblase im Inneren des sonst Wasser enthaltenden Glassäulchens ließ ich deren Kuppe wie eine Wasserwage sich genau horizontal stellen. Wegen seiner Luftscheu musste nun das Thier bald in das Wasser gehen, und es fragte sich: mit welchem Radius zuerst? in mehreren Proben und bei theils gleicher, theils wechselnder Orientirung. Um die Radien consequent zu bezeichnen, nenne ich den, der an seiner Basis links die Madreporenplatte hat, wenn die Spitze desselben vom Beschauer wegweist, 1, den rechts daneben 2, die rechts in der Richtung des Uhrzeigers weiter sich anschließenden 3, 4, 5, und (bei *Luidia*) 6, 7. Die Orientirung wurde vor der Probe geändert, indem ich den quadratischen Wasserspiegel stets in derselben Weise verwendete und den Radius 1 gegen eine seiner vier Seiten, die mit N, O, S, W bezeichnet waren, richtete.

Wenn nicht gerade die erste von diesen sehr zeitraubenden Versuchsreihen eine auffallende Bevorzugung eines Strahles beim Eintauchen ergeben hätte, würde ich sie nicht fortgesetzt haben und nicht für mittheilenswerth erachten. Es ist aber nothwendig, wenigstens einige Einzelsummen zusammenzustellen, um ein Urtheil zu gewinnen darüber, ob hier nur der Zufall gewaltet habe oder nicht.

Da öfters die Seesterne nicht mit einem Strahl, sondern gleichzeitig mit zwei benachbarten Strahlen in das Wasser gehen, so dass in einem solchen Versuch jeder nur zur Hälfte bei der »Führung« betheiligt ist, musste dieses durch die Bezeichnung »$^1/_2$ mal« für jeden von beiden ausgedrückt werden.

1) *Luidia*, 3 Exemplare *a*, *b*, *c*. 39 Proben mit *a*, 28 mit *b* und 8 mit *c* ergaben Folgendes:

Es ging vor der Radius	bei *a*	bei *b*	bei *c*	zusammen
1	$1^1/_2$	11	$2^1/_2$ mal	15 mal
2	$1^1/_2$	1	$3^1/_2$ -	6 -
3	$^1/_2$	3	2 -	$5^1/_2$ -
4	$2^1/_2$	2	0 -	$4^1/_2$ -
5	$13^1/_2$	3	0 -	$16^1/_2$ -
6	10	4	0 -	14 -
7	$9^1/_2$	4	0 -	$13^1/_2$ -
Zu erwarten war	ca. $5^1/_2$	4	ca. 1 mal	$10^1/_2$ mal

Digitized by Google

2) *Astropecten bispinosus*. 6 Exemplare. 54 Versuche.

Es ging vor Radius		
1	$16^1/_2$ mal	statt je 10 bis 11 mal.
2	$14^1/_2$ -	
3	4 -	
4	$9^1/_2$ -	
5	$9^1/_2$ -	

3) *Astropecten pentacanthus*. 4 Exemplare. 50 Versuche.

Es ging vor Radius		
1	$7^1/_2$ mal	statt je 10 mal.
2	$3^1/_2$ -	
3	7 -	
4	14 -	
5	18 -	

4) *Astropecten aurantiacus*. 3 Exemplare. 56 Versuche.

Es ging vor Radius		
1	$18^1/_2$ mal	statt je 11 bis 12 mal.
2	8 -	
3	9 -	
4	$12^1/_2$ -	
5	8 -	

5) *Asterias glacialis*. 1 Exemplar. 25 Versuche.

Es ging vor Radius		
1	5 mal	statt je 5 mal.
2	$4^1/_2$ -	
3	5 -	
4	4 -	
5	$5^1/_2$ -	

Ophiuren (*Ophiomyxa* und *Ophioderma*) zeigten ebensowenig eine entschiedene Bevorzugung eines Strahles, und bei *Ophioglypha* kann man schon durch Berührungen während der Ortsänderung sich leicht überzeugen, dass es gleichgültig ist, welches Strahlenpaar zum Stützen, welches zum Vorschieben benutzt wird.

Der einzige Fall, welcher es zweifelhaft erscheinen ließ, ob nicht bei Asteriden dennoch ein Strahl bevorzugt, gleichsam mit der Ober-

Digitized by Google

leitung betraut sei, war der eines *Astropecten pentacanthus*, welcher in 20 Proben 15 mal den vierten Strahl vorschob. Diese Beobachtung war für mich die Veranlassung, auch die anderen Versuche anzustellen.

Dass deren Resultat negativ ausgefallen ist, somit die physiologische Gleichwerthigkeit der Strahlen gleichstrahliger Seesterne, falls sie unversehrt sind, als im höchsten Grade wahrscheinlich angesehen werden kann, möchte kaum zu bezweifeln sein. Aus inneren Gründen überwiegt keines der 5 oder 7 nervösen Centren.

Von anderen Thatsachen, welche durch diese zeitraubenden Versuche ermittelt wurden, sind folgende von physiologischem Interesse.

Nicht selten scheinen die Thiere zu schwanken, mit welchem Radius sie vorgehen sollen. So ging ein *Ophidiaster attenuatus* zuerst mit Nr. 2 und 3 vor, dann mit 3 allein, wieder zurück und mit 5 schließlich definitiv vor.

Oft heben die Asteriden in der beschriebenen Stellung einzelne Strahlen vertical wie suchend in die Luft empor, ehe sie vorgehen, oft drehen sie sich um ihre verticale Achse und verändern dadurch die zuerst eingeschlagene Richtung. Die Drehung geschieht bald wie die des Uhrzeigers, bald umgekehrt. Doch kann natürlich daraus auf das Vorhandensein einer Willkür nicht geschlossen werden.

Auch die auffallend ungleiche Dauer der Latenzzeit, d. h. der Zeit vom Auflegen (so dass alle Strahlen eintauchen) bis zum entschiedenen Vorgehen einer Spitze, giebt noch keinen Beweis für eine Willkür. Diese Zeit wechselt bei einem Individuum zwischen wenigen Secunden und etwa einer Stunde. Zum Beispiel brauchte, um gleichsam den Entschluss zu fassen, aus der ungewohnten Lage in die natürliche im Wasser zurückzukehren:

Ophidiaster attenuatus 4, 5, 7, 8, 9, 43 Minuten,
Astropecten bispinosus 1 bis 39 Min. (in 37 Versuchen),
- *aurantiacus* 1 bis 12 Min. (meistens 2),
- *pentacanthus* 1 bis 40 Min. (meist 2 bis 6).

Im Allgemeinen wurden die sehr großen Latenzzeiten nach vielen vorhergegangenen Versuchen mit demselben Individuum beobachtet.

Nach Verstümmelung der Asteriden durch Abschneiden von 1, 2, 3 oder 4 Strahlen wurde häufig die Latenzzeit noch länger, und einstrahlige Asteriden gingen überhaupt nicht mehr jedes Mal in das Wasser, vermuthlich wegen zu weitgehender Schädigung durch die ausgedehnte Bloßlegung.

Ich stellte mehrere Versuche auch so an, dass die 5-strahligen Seesterne zwischen zwei dicht neben einander stehende flache Schalen

Digitized by Google

rittlings mit 2 Radienspitzen links, 2 rechts im Wasser und dem 5. vorn auf die Grenze gelegt wurden. Sie gehen dann nicht immer nach derselben Seite in das Wasser, brauchen 1 bis 60, meistens mehr als 10 Minuten, ehe sie sich aus der Luft in das Wasser begeben und können nicht einmal (p. 199) durch Entleerung einer Schale nach begonnener Locomotion in die andere zu gehen jedes Mal veranlasst werden. Dasselbe gilt für *Luidia*.

Da bei diesen Versuchen zu viele veränderliche Factoren mitwirken, habe ich sie nicht vervielfältigt. Dass es sich dabei nicht um einen einfachen Majoritätsbeschluss handelt, ist gewiss. Licht, die Dicke des Glases, kleine Rauhigkeiten etc. können das Vorgehen bald des einen, bald des anderen Strahles bedingen.

Eine *Luidia*, welche rittlings auf eine Stange so über dem Wasser gesetzt wurde, dass links und rechts je 3 Strahlen in dasselbe tauchten und der 7., der längste von allen, oben auf der Stange lag, ließ letzteren auch bald auf der Seite der kürzeren Strahlen eintauchen, löste die Hälfte von einem der letzteren autotomisch ab und blieb so über eine Stunde hängen. Erst als ich eine Majorität von 5 zu 2 oder 6 zu 1 herstellte, durch Überlegen von 1 bis 2 Radien von rechts nach links oder umgekehrt, ließ sich das Thier geschickt hinabgleiten, mit dem letzten Radius förmlich wie mit einem Greifschwanz sich an der Stange haltend, so lange es möglich war (vgl. p. 200).

Die Abhängigkeit der Bewegungen von Sinneseindrücken.

Alle bisher erwähnten Bewegungsreize, chemische, thermische, elektrische Eingriffe, ebenso wie Berührungen, Stiche, Stöße, Schnitte, Quetschungen u. s. w. wurden ohne Rücksicht auf die Frage angewendet, ob Seesterne specifisch verschiedene Sinnesnerven besitzen. Ich will daher jetzt diese Frage auf Grund einiger Beobachtungen und Versuche erörtern.

a. Lichtsinn.

Dass einige Seesterne lichtempfindlich sind, vermuthete schon Friedrich Tiedemann, nachdem er wahrgenommen hatte, wie sie sich im belichteten Theile eines halb bedeckten Behälters ansammelten und, nachdem er ihnen da das Licht entzogen, in den früheren nun unbedeckten und helleren Theil desselben zurückwanderten.

Da er aber nichts von Augen oder lichtempfindlichen Pigmentflecken wusste, so war er irrthümlicherweise anzunehmen geneigt, die Haut der Thiere sei lichtempfindlich.

Digitized by Google

Nachdem die an den Strahlenspitzen befindlichen Augen der Seesterne durch EHRENBERG und HAECKEL entdeckt und von letzterem ein stark lichtbrechender Körper, eine Art Linse in ihnen gefunden worden war, ließ sich erwarten, dass nach Exstirpation derselben die Thiere das Vermögen, Hell und Dunkel zu unterscheiden, verlieren würden.

VULPIAN schnitt zwar dem *Uraster* die augentragenden Strahlenspitzen ab, constatirte aber nur, dass dann die Selbstwendung ebenso vor sich ging, wie vorher.

ROMANES hingegen beobachtete die geblendeten Seesterne genauer und fand, dass dieselben nicht, wie die unversehrten, im helleren Theile ihres Behälters sich ansammeln. Den gewöhnlichen *Uraster* fand er im intacten Zustande, wie *Echinus*, sehr empfindlich für geringe Lichtstärken, die intacten Ophiuren (*brittle-stars*) unempfindlich gegen Licht. Isolirte Strahlen von *Uraster* sah er zum Lichte hinkriechen, desgleichen ganze Individuen, denen von ihren fünf Augen vier ausgeschnitten worden waren.

Diese Befunde gelten für den gewöhnlichen Seestern (*Uraster rubens*) der Britischen Küsten.

Ich habe ähnliche Versuche mit mehreren anderen Arten in Neapel angestellt und ebenfalls gefunden, dass *Asterias glacialis*, *Echinaster sepositus* und *Asterina gibbosa* sich stets innerhalb 24 Stunden, wenn sie in normalem Zustande sich befinden und sich selbst überlassen bleiben, an der heller belichteten Glaswand ihres Behälters ansammeln. Diejenigen Individuen der *Asterias glacialis*, welchen ich die Augen exstirpirte oder die die letzteren tragende Strahlenspitze amputirte, verharrten dagegen entweder auf dem Boden im dunkeln Theile des Aquarium oder kamen offenbar nur zufällig vereinzelt mit den anderen in hellere Stellen. Durch länger fortgesetzte tägliche Beobachtung habe ich diesen Unterschied sicher feststellen und die von ROMANES erhaltenen Resultate an den Asteriden des Mittelmeeres vollkommen bestätigen können.

Es ist dabei besonders beachtenswerth, dass sehr geringe Unterschiede in der Belichtung der Wände eines etwa einen Cubikmeter großen Behälters genügen, um eine Wanderung der meisten Asteriden (niemals der Ophiuren) von der weniger hellen Stelle zu der helleren zu veranlassen.

Versuche zur Prüfung des Farbensinnes hatten ein völlig negatives Resultat. Als ich eine große Anzahl kleiner Exemplare von *Asterina gibbosa* in einer flachen Schale auf ein Blatt weißes Papier

Digitized by Google

brachte, auf dem rothe, gelbe, grüne, blaue und schwarze viereckige Felder mit breiten weißen Zwischenräumen gleichmäßig vertheilt waren, fand ich nach mehreren Stunden fast jedes Mal alle Asterinen nur auf den weißen Stellen am Glase haftend oder am Rande, nicht aber an den farbigen Stellen. Hier war es also überhaupt nur der Unterschied von Licht und Dunkel, welcher die Ortsänderung bestimmte; denn die farbigen Felder hatten sämmtlich eine viel geringere Lichtstärke als das Weiß zwischen ihnen.

Trotz dieser — übrigens nicht zahlreichen — Versuche ist es nicht unwahrscheinlich, dass Licht verschiedener Wellenlänge ungleich auf Seesterne einwirkt. Es wäre wünschenswerth ultrarothe (dunkle Wärme-) Strahlen und ultraviolette Strahlen für sich darauf hin zu prüfen.

Die photochemische Empfindlichkeit der Haut mancher Asteriden ist mir wiederholt aufgefallen. Der oben rothe *Palmipes membranaceus* bleibt nach dem Trocknen im Dunkeln roth und wird im diffusen Tageslichte bald weiß. Der gelbe *Chaetaster longipes* wird nach dem Trocknen im Tageslichte violett.

Lichtempfindliche Farbstoffe sind also vorhanden, und wenn auch diese mit dem Sehact nichts zu thun haben, machen sie immerhin die Vermuthung wahrscheinlich, dass kurzwellige Lichtstrahlen auf manche Seesterne anders als langwellige einwirken. In großen Tiefen werden letztere jedenfalls nur wenig wirksam sein können, und es ist möglich, dass die Asteriden beim Aufsuchen der ihnen zusagenden Meerestiefe durch die Qualität und Quantität des Lichtes vermöge ihrer Ocellen mit geleitet werden. Nachgewiesen ist, dass die Richtung der Locomotion oft direct durch die Lichtempfindung bestimmt wird. Soviel beweisen die Versuche eindeutig. Also müssen die Asteriden specifische licht-empfindliche Nerven besitzen, Sehnervenfasern, welche mit den Coordinationscentren in organischem Zusammenhang stehen.

b. Geschmacksinn.

Dass den Seesternen ein Geschmacksinn zukomme, folgerte TIEDEMANN aus ihrem Verhalten bei der Nahrungsaufnahme. Da sie beim Aufsuchen der Nahrung ihren Magen ausstülpen — jedoch nur wenn er leer ist — und die ihn berührenden Dinge zu prüfen scheinen, einige aufnehmen, andere nicht, so muss ihnen ein Unterscheidungsvermögen für verschiedene Stoffe zukommen.

Gewiss ist, dass schon die große Empfindlichkeit aller Seesterne

Digitized by Google

gegen Änderungen der Concentration und chemischen Zusammensetzung des Meerwassers, z. B. Zusatz von äußerst verdünnten Säuren, von Brunnenwasser, eine große Unterschiedsempfindlichkeit für nicht flüchtige chemisch differente Substanzen darthut, aber der Umstand, dass jeder beliebige Theil jedes See-, Schlangen- oder Haarsterns diese chemische Empfindlichkeit besitzt, macht die Annahme, dass es sich dabei um einen specifischen Geschmacksinn handle, unwahrscheinlich; unterscheiden doch auch höhere Thiere mit nackter Haut vermöge der sensorischen Hautnerven mancherlei chemische Reize.

Die Wahl der zur Ernährung tauglichen Thiere und Thiertheile wird jedenfalls viel mehr durch die Unterscheidung flüchtiger chemisch differenter Stoffe, d. h. durch einen Geruchsinn ermöglicht. Jedoch ist die Existenz specifischer Geschmacksnerven an der Mundöffnung nicht ausgeschlossen.

c. Geruchsinn.

Hungernde Seesterne (wahrscheinlich *Uraster rubens*) konnte Romanes (1884) dadurch, dass er 1 bis 2 Zoll vom Ende eines ihrer Radien ein Stückchen einer Krabbe hielt, sich in jeder beliebigen Richtung bewegen lassen, indem er die Lockspeise stetig fortzog. So gelang es ihm auch die Richtung der Locomotion umzukehren, indem er den Köder nahe an die Spitze des gegenüberstehenden Strahles brachte. Daraus schließt Romanes, dass die Seesterne einen wohl ausgebildeten Geruchsinn besitzen. Da auch Seesterne ohne Augen, mit amputirten Strahlenspitzen und immer weiter gekürzten Radien dem Futter nachgingen, so müsse der Sitz des Riechsinnes über die ganze Länge der Strahlen hin verbreitet sein, jedoch nur an der ventralen Fläche, da die Seesterne die Krabbenstücke öfters auf dem Rücken mit sich herumtrugen, auch oben gefirnisste, wie ungefirnisste dem Futter vor den Spitzen nachfolgten. Isolirte Radien verhielten sich in dieser Hinsicht wie das ganze Thier. Wurde aber der centrale Nervenring zwischen je zwei Radien durchtrennt, dann folgte das Thier der Nahrung nicht mehr so präcise wegen Beeinträchtigung der Coordination.

Ich habe ähnliche Versuche an anderen Arten angestellt und, wie sich erwarten ließ, ganz constante Resultate nicht erhalten. Einige Individuen der *Asterias glacialis* und des *Astropecten pentacanthus* krochen fort von den noch ganz frischen Krabbenstückchen, welche den charakteristischen Geruch hatten. Mehrere Individuen von *Astropecten aurantiacus* und *bispinosus* blieben unbewegt in

Digitized by Google

nächster Nähe der Lockspeise; *Luidia* desgleichen. Wahrscheinlich waren alle diese Thiere gesättigt. Zu meiner Verwunderung aber kam eine mittelgroße *Ophioderma* aus mehr als sechs Zoll Entfernung herangeeilt und fiel förmlich über das anderen Thieren dargebotene Krabbenbein her. Als ich es fortnahm und anders placirte, kam dasselbe Thier aus drei Zoll Entfernung herbei und schlang einen Radius wie eine Schlange um das Stück. Nachdem dieses zum zweiten Mal fortgenommen worden, formte es den »Arm« zum Haken und langte sich mit ihm das Krabbenfragment, welches damit zur Mundöffnung gebracht wurde, ähnlich wie von einem *Octopus*.

Auch eine große *Asterias glacialis*, der ich ein Krabbenstück an eine Ambulacralfurche setzte, führte dasselbe mit dem berührten Radius, diesen wie ein Elephant seinen Rüssel biegend, geradezu in den Mund, drückte dann, die umgekehrte Tulpenform annehmend das ganze Stück mit den Basalansätzen aller fünf Strahlen in den Magen, sog es aus und stieß die hartschaligen Stücke aus. Ehe jedoch dieses — am folgenden Tage — zu Stande gebracht war, bemächtigte sich das Thier eines neuen Crustaceenstückes ebenso.

Ein merkwürdiges Schauspiel gewährt auch die langstrahlige ungemein geschickte *Ophiomyxa* beim Ergreifen der schon vorher — ohne Zweifel durch den Geruch — erkannten Nahrung. Kleine todte Fische umspannt und umschlingt sie und führt dieselben dann, wie *Ophioderma*, an den Mund. Andere ähnlich gestaltete Gegenstände werden zwar auch so berührt, umspannt und bewegt, z. B. kleine Stücke einer Glasröhre, Radien lebender Seesterne, aber schnell wieder losgelassen, wenn sie sich nicht zur Nahrung eignen. Also ist wahrscheinlich der Tastsinn nicht weniger wichtig zur Unterscheidung des zur Einführung in den Magen Tauglichen und Untauglichen, wie der Geruchsinn. In Bezug auf letzteren ist es überhaupt schwer zu sagen, ob die im Wasser aufgelösten Gase durch andere Nervenenden, als die chemisch differente, im Wasser aufgelöste feste und flüssige Stoffe unterscheidenden, percipirt werden. Es könnten auch, gerade bei den Krabben- und Fischfragmenten, die sich um sie herum im Wasser vertheilenden, z. Th. sichtbaren, festen Theilchen der zerrissenen Gewebe und die Gewebssäfte selbst sein, welche noch in einer Entfernung von mehreren Zoll die Erkennung der Nahrung möglich machten.

Jedenfalls ist nicht bewiesen, dass der vorausgesetzte Geruchsinn an allen Theilen der ventralen Seite der Asteriden seinen Sitz habe. Denn wenn auch isolirte Strahlen durch Krab-

Digitized by Google

benstücke angelockt wurden, so ist nicht gesagt, dass ihnen gar nichts vom Magen oder der Mundöffnung verblieb. Ophiuren können nach meinen Versuchen unzweifelhaft riechen und zwar muss sich bei ihnen das Geruchsorgan in der Nähe des Mundes befinden.

Ist einmal von einem unversehrten Seestern mit leerem Magen passende Nahrung durch den Geruch, den noch problematischen Geschmack und den Tastsinn, oder alle drei Sinne zusammen, gefunden worden, dann pflegt er, mit ungeheurer Gier, so viel wie möglich an den Mund zu bringen, und so schnell wie möglich die Einführung in den Magen zu bewerkstelligen.

Einmal sah ich, wie eine kleine *Asterias glacialis* nicht weniger als fünf verschiedene Stücke, die ich um sie herum ganz getrennt auf den Boden des Behälters gelegt hatte, nämlich einen Fischkopf, einen Fischschwanz, einen halben Fisch, einen ganzen todten Fisch, und einen noch zuckenden halb zerquetschten *Amphioxus*, schnell nach einander, mit ihren Ambulacralfüßchen sich daran fest heftend, an sich nahm, gegen die Mundöffnung hin transportirte (durch das Spiel der Füßchen) und dann aussog und, so weit es anging, in den Magen drückte. Die Gefräßigkeit ist also groß, und der Schaden, welchen die sehr zahlreichen Asteriden der Fischerei zufügen, jedenfalls ein erheblicher.

Hat einmal ein Seestern seine Beute halb verschlungen, so lässt er sie nicht einmal dann fahren, wenn man ihn umwendet. Er pausirt nur, bis er sich in die gewohnte Lage zurückversetzt hat, und frisst dann ruhig weiter.

Endlich liefert noch folgende Beobachtung einen guten Beweis für den festen Zusammenhang zwischen den auf die Nahrungsaufnahme bezüglichen Sinneseindrücken und den entsprechenden Bewegungen.

Wenn eine *Asterias glacialis* schnell nach einander mehrere Fisch-, Krabben-, Mollusken-Stücke an sich genommen hat, um sie der Reihe nach auszusaugen oder ganz in den Magen einzuführen, dann hält sie mit vielen Ambulacralfüßchen die nicht im Augenblick in der Mundöffnung oder dicht an derselben befindlichen Stücke fest, und dabei kann sogar z. B. die linke Füßchenreihe eines Strahles und die rechte des Nachbarstrahles sich über dem Objecte kreuzen, so dass dieses nun von zwei Strahlen sehr fest gehalten wird. Ist das Object schmal genug, etwa ein *Amphioxus*, so wird es auch öfters in der sich verengernden Ambulacralfurche festgehalten, bis der Mund wieder frei ist, und dann dahin gerückt. Hierauf steigt *Asterias*

Digitized by Google

nicht selten, vielleicht um ungestört den Aussaugungsprocess zu beendigen, an der verticalen Glaswand des Behälters empor und drückt die Beute gegen dieselbe. In dieser Weise zerquetscht *Asterias glacialis* auch Seeigel und Ophioglyphen und verschlingt sie nicht weniger gierig als große Stücke von Fischen, Crustaceen, ja sogar von *Asterias tenuispina*, *Astropecten bispinosus*, von *Luidia*-Radien und *Ophioderma*-Scheiben. Ich sah, wie *Asterias glacialis* auch bereits in Fäulnis übergegangene *Ophioglypha*-Scheiben verzehrte und große Bivalven angriff.

Übrigens sollen diese beiläufigen Beobachtungen und Experimente mehr zur methodischen Untersuchung der Sinnesthätigkeit der Asteriden und Ophiuren anregen, als neue Thatsachen beweisen. Es wäre zweckmäßig, dabei von der Nahrungsaufnahme auszugehen, weil hierbei das Unterscheidungsvermögen sich unmittelbar dem aufmerksamen Beobachter zu erkennen giebt.

Die erwähnten, zum Theil sehr complicirten und erblichen Bewegungen lassen es nicht mehr zweifelhaft erscheinen, dass wenigstens im Zustande der Inanition eine große Erregbarkeit specifischer Geruchsnerven und eine feste Verbindung der letzteren mit coordinirenden Centren vorhanden sein muss. Denn gewisse Geruchseindrücke veranlassen eine schnelle geradlinige Ortsänderung des ganzen Thieres nach der Stelle hin, von wo sie herkommen.

d) Tastsinn.

Die feine Ausbildung des Tastsinnes bei den Seesternen, Ophiuren und Crinoiden findet fast auf jeder Seite dieser Abhandlung Belege. Auch sind die schon beschriebenen Bewegungen mannigfaltigster Art zum weitaus größten Theile durch periphere Erregung von Tastnerven (theils vom dorsalen Integument aus, theils von den Saugfüßchen her) veranlasst. Es bedarf also keiner besonderen Beweise mehr für die hochgradige Sensibilität.

Hingegen ist bezüglich des Zusammenhangs reflectorischer Muskelcontractionen mit ausgedehnten peripheren Hautnervenerregungen noch einer merkwürdigen Thatsache zu gedenken, welche ich aber nicht näher untersucht, wenn auch oft constatirt habe.

Es stellte sich nämlich heraus, dass unsanftes Anfassen größerer Ophiuren, auch Streichen und Fallenlassen derselben (in der Luft auf den Tisch oder Fußboden) sehr oft eine wahre Starre zur Folge hatte, welche mehrere Minuten anhalten und im Seewasser, wie in der Luft, durch eine abnorme Stellung der dabei oft gerade ausge-

Digitized by Google

streckten Strahlen und eine allgemeine Bewegungslosigkeit der Thiere sich zu erkennen geben kann. Auch einzelne Radien der *Ophiomyxa* und *Ophioderma* gerathen, wie durch Schock, beim Anfassen manchmal in diesen Spasmus, von dem ich nicht zu sagen weiß, ob er tetanisch sei oder nicht. Die Erscheinungen, welche ich nach starker tetanisirender elektrischer Reizung der Luidien und Ophiuren, auch der *Asterias glacialis*, sah, sind nicht so prägnant, die tetanoiden Contractionen von Seesternstrahlen, welche ROMANES nach Durchschneidung des Radialmarks oder völliger Abtrennung der Radien wahrnahm, offenbar verwandt, aber alle diese sonderbaren Verkrümmungen und Streckungen einzelner oder aller Radien nach starken Eingriffen, wie ihr Starrwerden, so wenig constant, dass sie vorderhand noch ganz räthselhaft bleiben. Bisweilen, wenn ich es am wenigsten beabsichtigte, wurde die frischeste *Ophiomyxa* beim Anfassen hart und unbeweglich und andere Male, wenn ich vermeinte, sie eben so zu berühren, um die Schreckstarre zu erzielen, blieb sie weich und beweglich. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um eine reflectorische allgemeine Muskelzusammenziehung, welche einer Contractur gleichen kann, aber nur bei großer Erregbarkeit eintritt.

Einige Schlussfolgerungen.

Nachdem ich den größten Theil meiner Beobachtungen und Versuche an Asteriden, Ophiuren und Crinoiden vorstehend möglichst klar und kurz darzustellen versucht habe, wäre es vielleicht zweckmäßig, die aus ihnen zu ziehenden allgemeinen physiologischen und psychologischen Schlussfolgerungen in eingehender Analyse hier anzufügen. Aus zwei Gründen muss ich es mir jedoch versagen, an dieser Stelle eine derartige theoretische Untersuchung vorzutragen. Erstens bedarf es dazu sehr umfassender Darlegungen der gegenwärtig herrschenden Ansichten über fundamentale psychologische Begriffe, wie z. B. Instinct, sowie einer Kritik der Hypothesen, was beides hier nicht am Platze wäre, zweitens fehlt es noch zu sehr an physiologischem Material zur Vergleichung der Thatsachen.

Eine ähnliche Untersuchung der Bewegungserscheinungen, wie ich sie an Seesternen ausführte, wäre zunächst an anderen Echinodermen durchzuführen, z. B. an Holothurien, wozu bereits durch die wichtige Arbeit von ROMANES und EWART über die Echiniden (s. oben p. 33) der Grund gelegt ist und welche in der Zoologischen Station zu Neapel sich auf eine größere Anzahl von Arten, als im Norden, würde er-

Digitized by Google

strecken können. Gerade von hier aus erwartet die vergleichende Physiologie und die experimentelle Psychologie die wesentlichste Förderung.

Wer aufmerksam meinen obigen Auseinandersetzungen gefolgt ist, wird übrigens auch ohne einen ausführlichen theoretischen Anhang erkannt haben, worauf ich am meisten Werth lege. Es ist in erster Linie der Nachweis, dass die Strahlthiere, wenigstens die Asteriden, Ophiuren und Crinoiden, eine ganze Reihe von Bewegungen ausführen, welche nicht rein reflectorischer Natur sein können, sondern eine gewisse Intelligenz voraussetzen lassen, während bis jetzt ausdrücklich hervorgehoben wurde, andere als Reflexbewegungen seien bei Echinodermen nicht zur Beobachtung gekommen.

Ferner habe ich gezeigt, dass die centralen und peripheren Abschnitte des Nervensystems functionell ungleichwerthig sind, während man bisher alle Theile für gleichwerthig ansah.

Sodann gelang es zu beweisen, dass ein einzelner Seesternstrahl um so höherer Leistungen fähig ist, je mehr von seinem centralen Nervenring ihm belassen wird.

Endlich konnte eine völlig mit den Thatsachen stimmende Formel für die Bewegungen, die Retraction und Extension der Saugfühler, aufgestellt werden, ein Ambulacralgesetz, durch dessen Kenntnis man im Stande ist vorherzusagen, wie sich ein beliebiger Seestern nach starker und schwacher, centraler und peripherer, dorsaler und ventraler mechanischer, chemischer, elektrischer und thermischer Reizung mit seinen Pedicellen verhalten wird, wann und wie die Reizwirkung irradiirt, wann nicht.

Wenn diese und andere Regeln und Specialthatsachen nur die Physiologie der Echinodermen betreffen, sogar nur die eines Theiles derselben, so beziehen sich dagegen die bei der Feststellung dieser und mehrerer anderer vorstehend mitgetheilter neuer Thatsachen angewandten Methoden auf die Untersuchung pelagischer Thiere überhaupt. Und in dieser Hinsicht möchte ich hervorheben, dass z. B. die Art, wie ich große Seesterne unter Wasser reizte und schwebend hielt, um u. a. zu ermitteln, ob sie auch unter diesen Umständen sich umwenden, falls die Ventralseite oben hin versetzt wurde, auf sehr viele andere physiologisch wichtige Seethiere angewendet werden kann.

Überhaupt ist das Problem der Selbstwendung für sich allein schon in mehr als einer Hinsicht werth, an anderen Thiergruppen experimentell eingehend studirt zu werden. Einstweilen habe ich

Digitized by Google

bestimmt nachgewiesen, dass Seesterne schwebend, ohne neue periphere Reize, aus inneren Gründen zur gewohnten Haltung (mit den Pedicellen nach unten) zurückkehren, wenn sie daran nicht gewaltsam gehindert werden.

Ebenfalls einer vergleichenden Untersuchung dringend bedürftig ist das Verhalten der verschiedensten pelagischen Thiere gegen anderes als Seewasser, z. B. Regen- und Brunnenwasser und gegen wärmeres und kälteres Seewasser als sie gewohnt sind.

Sehr viel versprechen auch Vergiftungsversuche an Seethieren, welche z. B. gegen Nicotin, wie die Seesterne, eine außerordentliche Empfindlichkeit zeigen.

Aber ebenso wichtig für die Erforschung des Zusammenhanges der physischen und psychischen Functionen sind lange fortgesetzte Beobachtungen der unversehrten Thiere. Im Aquarium zu Neapel könnte man in einigen Monaten auf diesem Wege allein mehr Neues finden zum Beweise der psychischen Leistungen des Nervensystems sogenannter niederer Thiere, als in ebensoviel Jahren im Nordischen Binnenlande. Ich erinnere in dieser Hinsicht nur an die beschriebenen verschiedenartigen Abwehr- und Flucht-Bewegungen vieler Asteriden und Ophiuren.

Zur Beobachtung lebender Seesterne im durchfallenden Licht empfehle ich das von mir zur Beobachtung des Vogelembryo im intacten Ei verwendete Embryoskop. Die von der Neapolitanischen Sonne durchleuchteten Thiere gewähren durch die Pracht ihrer Erscheinung einen wahren intellectuellen Genuss und eine große Erleichterung bei der Untersuchung im lebenden Zustande, auch in morphologischer Hinsicht.

Ist es erlaubt, zum Schlusse diejenigen Anforderungen zu nennen, welche durch die wichtigeren Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen von Seiten der Physiologie an künftige genauere morphologische Detailforschungen zu stellen sind, so würde ich vor Allem den Nachweis getrennter motorischer und sensorischer Bahnen im Radialmark und im peristomalen Nervenring verlangen, welch' letzteren nur zu sehen sogar einem Johannes Müller nicht glückte. Diese Trennung im radialen und centralen Nervensystem muss vorhanden sein, und es müssen die in beiden nachgewiesenen zahlreichen kleinen Ganglienzellen in jedem Querschnitt zum Theil motorisch, zum Theil sensorisch sein, da es Reflexe auch sehr dünner resecirter Scheiben der Asteridenstrahlen giebt, welche ohne irgend welche Betheiligung der Centralscheibe ablaufen. Folglich wird die morpho-

Digitized by Google

logische Untersuchung den Reflexbogen aufzudecken haben, nämlich für die reflectorische Retraction der Saugfühler:

1) sensorische Nervenfasern von den Pedicellen in sensorische Ganglienzellen des Radialmarks,

2) Verbindungsfasern zwischen diesen und benachbarten motorischen Ganglienzellen,

3) motorische Fasern von letzteren in die Muskelfasern der Pedicellen,

4) sensorische Nervenfasern vom dorsalen Integument in sensorische Ganglienzellen des Radialmarks,

5) Verbindungsfasern zwischen letzteren und den motorischen Ganglienzellen des Marks;

und für die reflectorische Extension:

6) sensorische Nervenfasern von der Rückenhaut in andere sensorische Ganglienzellen des Radialmarks,

7) Verbindungsfasern von diesen zu motorischen Ganglienzellen,

8) motorische Nervenfasern von diesen in die Wand der Ampullen, da dorsale Reizung nach der vorübergehenden Retraction der Pedicellen unmittelbar unter der Reizstelle eine Extension derselben (durch Entleerung der Ampullen) bewirkt.

Auch die Musculatur der Saugfüßchen und Ampullen selbst bedarf noch eingehender mikroskopischer Untersuchung, ehe die physiologische Mechanik ihrer antagonistischen Wirkungsweise (s. oben p. 35) als gesichert angesehen werden kann.

Ferner muss es als wahrscheinlich bezeichnet werden, dass — trotz der beiläufigen negativen Befunde von HAMANN u. A. — das centrale Nervenfünfeck an seinen Ecken, da wo das Radialmark entspringt, eine andere Beschaffenheit hat, als in den Commissuren, sei es auch nur, dass daselbst mehr Ganglienzellen vorhanden seien. Denn diese Stellen sind physiologisch ausgezeichnet, der Sitz höherer psychischer Functionen, als das Radialmark.

Wenn das lateinische Y symbolisch den Zusammenhang des Radialmarks mit dem Centrum andeutet, so dass die beiden Schenkel links und rechts zwei centrale Commissuren bezeichnen (die jedoch ebenfalls viele Ganglienzellen enthalten) und der Fuß den Beginn des Radialmarks, so entspricht der Vereinigungspunkt der drei Linien der wichtigsten Stelle des ganzen Nervensystems der Asteriden und Ophiuren. Alle coordinirte Bewegung hört auf, wenn sie durchstochen wird, und der mit ihr isolirte Strahl ist leistungsfähiger, als der acentrische, der mit zwei solchen Stellen isolirte (bicentrische)

Digitized by Google

Strahl leistet noch mehr u.s.w. (s. oben p. 100), folglich ist eine complicirtere Structur dieser Vereinigungsstellen von drei Nervensträngen gemischter Natur wahrscheinlich.

Bezüglich der Sinnesthätigkeit ist hervorzuheben, dass außer den Hautnerven und Sehnerven, oder wenigstens Lichtempfindungsnerven (bei mehreren Asteriden, nicht aber Ophiuren), noch kein specifischer Sinnesnerv bei Seesternen direct nachgewiesen wurde. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass sie schmecken und sicher, dass sie riechen können. Man könnte nun folgern: Entweder haben sie also specifische Schmeck- und Riech-Nerven, von denen die ersteren im Magen und am Schlunde und Munde, die letzteren vielleicht ebenda endigen würden, oder die ganze ventrale Seite, die Ambulacralfurchen- und Saugfühleroberfläche ist Schmeck- und Riech-Fläche, d. h. die nachgewiesenen sensibeln Nerven daselbst, welche, wie ich zeigte, auch für sehr geringe Differenzen der chemischen Beschaffenheit des umgebenden Wassers ungemein empfindlich sind, wären zugleich die Vermittler von Geruchs- und Geschmacks-Empfindungen.

In diesem Falle wären die Nervenfasern der Pedicellen noch nicht zu specifischen Sinnesnerven differenzirt (sie reagiren auf Berührung, Erwärmung und einige chemische Reize in der That in ähnlicher Weise wie auf elektrische); daraus würde folgen, dass auch die Empfindungen fast dieselben wären, also nicht Empfindungen chemischer Differenzen.

Diese Folgerung kann aber nicht richtig sein, weil die Nahrung von Asteriden und Ophiuren in einer Entfernung von mehreren Centimetern erkannt und unterschieden wird, somit eine specifische Energie, verschieden von der der Temperatur und Druck empfindenden Nerven, da sein muss. Die Histologie wird demnach specifische Nerven für chemische Differenzen mit besonderen Endapparaten nachzuweisen haben.

Wenn auch die Geruchsreize ausschließlich durch die im Wasser diffundirten flüchtigen Stoffe (Gase), dagegen die Geschmacksreize ausschließlich durch die im Wasser aufgelösten festen und tropfbarflüssigen chemischen Verbindungen zu Stande kommen, so wäre deshalb eine Trennung der gesuchten Endapparate in zwei Classen bei Asteriden noch nicht erforderlich, weil es in beiden Fällen sich um chemische Reizung handelt.

Auch werden vermuthlich alle Schallreize nur als Erschütterungen empfunden. Ich habe wenigstens trotz vieler Versuche nicht

Digitized by Google

den geringsten Anhaltspunkt für das Vorhandensein von Schallempfindungen bei Asteriden, Ophiuren und Crinoiden gewonnen.

Was schließlich die räthselhafte Synergie oder Harmonie der fünf, sechs, sieben oder noch zahlreicheren Strahlen betrifft, die einheitliche Directive der Bewegungen, welche man auch als »Consensus« bezeichnet hat, so ist durch die Thatsache der entschiedenen, unter Umständen sogar schleunigen, geradlinigen Locomotion allein schon, viel mehr aber durch die akrobatischen Leistungen und völlig coordinirten Fluchtbewegungen gefangener Seesterne bewiesen, dass trotz des fünffachen (vielfachen) sehr fein differenzirten Nervensystems ein einziger Impuls, ein Centromotorium in jedem Augenblick allein die Bewegungen der Ambulacralfüßchen, ihre Retraction und Extension, die Ebene ihrer Pendelbewegungen und deren Änderungen bestimmt.

Es wäre jedoch nicht allein überflüssig, sondern auch unzulässig, anzunehmen, dass deshalb eine permanente Oberleitung, eine gleichsam über den fünf Einzelseelen schwebende Centralseele existire. Vielmehr entspricht es allen bekannten Thatsachen vorauszusetzen, dass je nach den Umständen in dem einen Augenblick die eine, in dem folgenden die andere centrale Nervenerregung die Oberhand habe, weil bald von jener, bald von dieser Seite periphere Reize einwirken und wechselnde Bewegungen nach verschiedenen Richtungen veranlassen.

Ein Gleichnis wird diese Vorstellungsweise verdeutlichen. Man denke sich fünf gute Jagdhunde von gleichem Alter, gleicher Muskel- und Willenskraft und auch sonst von möglichst ähnlicher Constitution durch ein Seil ohne Ende in gleichen Abständen nahe an einander gebunden, so werden diese fünf Individuen ganz sich selbst überlassen, ohne jede Oberleitung, dennoch viele coordinirte, associirte, synergische, harmonische Bewegungen ausführen, welche doch einer einheitlichen Willensbestimmung entsprungen zu sein den Anschein haben. Sind z. B. alle fünf Thiere hungrig und sehen einige Fleisch vor sich, welches vielleicht auch die anderen, ohne es zu sehen, wittern, dann werden alle zugleich in der Richtung auf die begehrte Nahrung hin laufen. Oder man bringe ein lebendes Rebhuhn in ihre Nähe: sofort werden alle fünf ihre Bewegungen einstellen und wie angewurzelt gleichzeitig stehen bleiben. Wirft man die Fünflinge in einen Teich, so werden sie gleichzeitig schwimmend das Ufer zu erreichen suchen. Verhindert man sie durch allerlei Geräusche und andere Reize am Einschlafen, so werden alle fünf nach-

Digitized by Google

her zugleich einschlafen u.s.w. Wie die Siamesischen Zwillinge werden diese zusammengekoppelten Hunde in sehr vielen Fällen scheinbar nur einen Willen haben; in Wirklichkeit aber hat jeder seinen eigenen und bald ist der eine, bald der andere der dirigirende, je nach den Eindrücken der Außenwelt. Unvermeidlich sind dabei selbstverständlich Conflicte zwischen zwei und drei, einem und vier Willen, d. h. Erregungsinterferenzen der Coordinationscentren. Wenn dann — etwa wegen der augenblicklichen Schwäche des bei Stimmengleichheit zur Entscheidung erforderlichen Willens — eine Majorität nicht zu Stande kommt, kann die Locomotion ausbleiben. Bei Seesternen könnte in diesem Falle eine Trennung (besonders bei *Asterias tenuispina*), ein wahres Auseinanderfallen eintreten (Autotomie). Kurz, ich brauche das Bild nicht weiter auszuführen, um die Vorstellung von der fünffachen (6-, 7-, *n*-fachen) Psyche der Asteriden plausibel zu machen. Nachdem einmal nachgewiesen worden, dass ihnen eine gewisse Intelligenz zukommt (da sie sich an vorher nie erlebte Verhältnisse anpassen lernen und aus schwierigen Situationen in der zweckmäßigsten Weise befreien), muss man ihnen auch das Vermögen zu wählen, d. h. einen Willen, zuerkennen. Somit kommen die fundamentalen Attribute dessen, was gewöhnlich Seelenthätigkeit genannt wird, Empfindung, Wille und Verstand, den Asteriden und Ophiuren zu. Aber sie bieten die Eigenthümlichkeit dar, dass ihre Seele fünffach (siebenfach u.s.w.) ist, fünf gleichartige Substrate hat, die mit einander in fester organischer Verbindung stehen.

Nur so lange dieses nervöse Substrat unversehrt ist, kann die psychische Thätigkeit sich coordinirend harmonisch bethätigen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 7.

Fig. 28. Interradial mit Nadeln gefangene *Asterias*.
Fig. 29. Erstes Stadium der Befreiung.
Fig. 30. Zweites Stadium der Befreiung.
Fig. 31. Drittes und letztes Stadium derselben.

Digitized by Google

Über einige ectoparasitische Rotatorien des Golfes von Neapel.

Von

Dr. Ludwig Plate
in Bremen.

Mit Tafel 8.

Zu den Rotatorien rechnet man einige von dem gewöhnlichen Typus dieser Classe sehr abweichende Formen, die in ihrer Lebensart das gemeinsam haben, dass sie sich als Ectoparasiten auf dem marinen phyllopodenähnlichen Genus *Nebalia* aufhalten. Bis jetzt sind zwei verschiedene Gattungen dieser Thierchen bekannt geworden, von denen die eine von GRUBE[1] entdeckt und unter dem Namen *Seison* in die Wissenschaft eingeführt worden ist. CLAUS[2] hat dann später in den von dem eben genannten Forscher beschriebenen Thieren zwei verschiedene Arten: *S. Grubii* und *S. annulatus* erkannt und einer sehr gründlichen Untersuchung unterworfen. Die zweite Gattung, welche zur Gruppe der Seisoniden gezählt werden muss, ist von P. J. VAN BENEDEN[3] und C. E. HESSE zuerst beschrieben

[1] E. GRUBE, ein Ausflug nach Triest und dem Quarnero. Berlin, 1861 p. 19 und 109—115.

[2] C. CLAUS: a) Über die Organisation und die systematische Stellung der Gattung *Seison* Gr. In der Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehen der k. k. zool.-botan. Gesellschaft in Wien. 1876. — b) Zur Kenntnis der Organisation von *Seison*. Zool. Anzeiger. 1880. Nr. 68.

[3] P. J. VAN BENEDEN et C. E. HESSE, Recherches sur les Bdellodes ou Hirudinées et les Trématodes marins. Bruxelles 1863. p. 48 ff.

Digitized by Google

und mit dem Namen *Saccobdella* belegt worden. Die eine von diesen Forschern entdeckte Species *Saccobdella nebaliae* wurde von denselben irrthümlicherweise zu den Hirudineen gestellt, und erst CLAUS wies derselben den ihr gebührenden Platz in der Nähe der Gattung *Seison* an. Da die beiden Vertreter der letzteren aber in ihrer Körpergestalt beträchtlich von *Sac. nebaliae* abweichen, so ist an einer generischen Verschiedenheit derselben festzuhalten, und es erscheint mir unrichtig, das von den belgischen Forschern beschriebene Thier als besondere Species des Genus *Seison* aufzuführen. In wie fern die innere Organisation von *Sac. nebaliae* mit der der echten Seisoniden übereinstimmt, lässt sich zur Zeit nicht entscheiden, denn unsere Kenntnisse über jenes Räderthier sind nur lückenhaft und bedürfen in vielen Punkten dringend der Bestätigung. Auch das Genus *Seison* verdient eine nochmalige Untersuchung, weil hinsichtlich des Geschlechts- und des Excretionsapparates noch manche Fragen einer definitiven Lösung harren. Dieser Umstand veranlasste mich, im Frühjahr 1886 einen kurzen Aufenthalt in der Zool. Station zu Neapel dem Studium dieser interessanten Thiergruppe zu widmen. Zu meinem Erstaunen fand ich an den Nebalien des partheno pGäischenolfes, mit denen ich stets auf das Reichlichste versorgt wurde, nicht dasselbe Genus, welches CLAUS an den Triester Phyllopoden angetroffen hat, sondern ein anderes, in vieler Hinsicht abweichendes; da dasselbe aber in den meisten Organisationsverhältnissen mit *Seison annulatus* und *Grubii* übereinstimmt, so mag es den Namen *Paraseison* in Zukunft führen. Seine Beschreibung bildet den Inhalt der folgenden Zeilen.

Im Ganzen sind mir vier verschiedene Arten *Paraseison* zu Gesicht gekommen, von denen jedoch nur eine von Mitte März bis Mitte April relativ häufig an Nebalien anzutreffen war; die drei anderen dagegen waren so selten, dass ich trotz allen Suchens von jeder derselben nur 1—2 lebende Weibchen studiren konnte. Ich beginne mit der gewöhnlichen Species:

I. *Paraseison asplanchnus* n. sp.

Taf. 8 Fig. 1 ♀, Fig. 16 ♂ Rumpf.)

Auch diese Art war während meines Aufenthaltes in Neapel nicht besonders häufig; im Durchschnitt war nur jede vierte oder fünfte *Nebalia* mit Parasiten behaftet, und selten kamen an einem Wirth mehr als 2—3 erwachsene Individuen gleichzeitig vor. Ich

Digitized by Google

zweifle jedoch nicht daran, dass bei vorgerückterer Jahreszeit diese Rotatorien zahlreicher werden, da ihre Häufigkeit während der mir vergönnten Beobachtungszeit langsam im Zunehmen begriffen war. Es scheint die Fortpflanzung während der Wintermonate auf ein sehr geringes Maß reducirt zu werden, denn ich traf Anfangs nur alte erwachsene Thiere an, während später auch Eier und eben ausgekrochene Exemplare öfter beobachtet wurden. Weibliche Thiere waren immer in größerer Anzahl vorhanden als männliche, doch war das Verhältnis der Häufigkeit beider Geschlechter zu einander keineswegs so extrem wie bei den Süßwasserrotatorien; in der Regel kam auf etwa 6 Weibchen ein Männchen. Die Thierchen halten sich, wie die echten Seisoniden, mit Vorliebe auf den Kiemenblättern auf, kriechen jedoch auch auf alle übrigen Körpergegenden über. Sie heften sich vermittels eines klebrigen Schleimes, der von einer Anzahl Fußdrüsen ausgeschieden wird, mit dem hinteren Körperpole an ihrer Unterlage an, und da man neben dem Fixationspunkt eines Weibchens nicht selten mehrere Eier — ich bemerkte einmal 11 auf einem Haufen — in verschiedenen Entwicklungsstadien bei einander liegen sieht, so ist es mir wahrscheinlich, dass die erwachsenen Thiere oft längere Zeit an derselben Stelle sitzen bleiben oder wenigstens ihre Locomotion auf ganz kleine Entfernungen beschränken.

Der wesentlichste Unterschied, der zwischen den Genera *Seison* und *Paraseison* einerseits und den zahlreichen Gattungen, die ich in einer kürzlich erschienenen Abhandlung[1] als »Ductifera« zusammengefasst habe, andererseits besteht, ist der, dass nur den letzteren ein ausgesprochener Geschlechtsdimorphismus zukommt, den ersteren hingegen fehlt. Männchen und Weibchen sind bei den Seisoniden annähernd von gleicher Größe, und die Differenz der beiden Geschlechter kommt nur im Sexualapparat und, im Zusammenhang damit, in geringfügiger Weise auch im Secretionsorgan und Muskelsystem zum Ausdruck; alle übrigen Organe sind bei beiden von gleicher Beschaffenheit.

Ein Blick auf Fig. 1 lehrt uns den äußeren Habitus des Thieres kennen. Der Körper zerfällt in vier deutlich von einander unterschiedene Abschnitte, die man, wie bei der Gattung *Seison*, als Kopf, Hals, Mittelkörper oder Rumpf und Hinterleib oder Schwanz bezeichnen kann. Hals und Schwanz haben eine drehrunde Gestalt, wäh-

---

[1] L. Plate, Untersuchung einiger an den Kiemenblättern des *Gammarus pulex* lebenden Ektoparasiten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie 43. Bd. 1886. p. 229 ff.

Digitized by Google

rend bei den beiden übrigen Abschnitten die Körperseiten beträchtlich breiter sind als die Rücken- und Bauchfläche. Die weiblichen Thiere haben im erwachsenen und völlig ausgestreckten Zustande durchschnittlich eine Größe von ca. 0,9—1,1 mm; die Männchen hingegen sind etwas kleiner und erreichen nur 0,4—0,7 mm. Da jedoch sowohl der Hals als auch de Schwanz aus Scheinsegmenten zusammengesetzt sind, die in einander gestülpt werden können, und ferner sehr häufig der ganze Hals in den Mittelkörper zurückgezogen wird, so vermag der *Paraseison* eine weit geringere Körperlänge anzunehmen. Hat sich ein erwachsenes Individuum ganz ausgedehnt, so ist der Hinterleib der größte Körperabschnitt; der Mittelleib und der Hals sind von etwas geringerer Länge, aber unter sich ungefähr gleich; $^2/_3$ derselben machen die Länge des vordersten Körpertheiles aus. Für die Systematik können immerhin derartige Größenverhältnisse wohl von Bedeutung werden und seien desshalb hier noch die Maße eines alten weiblichen Exemplares in mm angegeben:

Gesammtlänge: 1,1. Schwanz: 0,34, Mittelkörper: 0,27, Hals: 0,28, Kopf: 0,19.

Breite des Halses am vorderen Ende: 0,016,
- - - - hinteren - 0,04,
größte Breite des Mittelkörpers von der Seite gesehen: 0,104,
Breite des Schwanzes an der Basis: 0,06,
- - - am hinteren Ende: 0,02.

Werfen wir, ehe wir zur genaueren Beschreibung der einzelnen Organe übergehen, zunächst einen orientirenden Überblick auf die Gesammtorganisation des *Paraseison*.

Der Kopf entspricht dem Bilde, das die typischen Rotatorien von diesem Körpertheile gewähren, sehr wenig, da er keine Spur von einem aus beweglichen Cilien zusammengesetzten Räderapparate aufweist. Derselbe hat, von der Seite betrachtet, eine linsenförmige Gestalt; in der Mitte am breitesten, verschmälert er sich nach vorn und hinten, trägt an seinem vorderen Pole die kleine Mundöffnung (Fig. 1 *o*) und birgt in seinem Inneren einen complicirten Kauapparat (*ma*), einen schmalen dorsal in diesen einmündenden Schlund (*oe*) und ein als Gehirn zu deutendes großes Ganglion (*g*). — Der Hals besteht aus 3 durch Ringfurchen in der Cuticula abgegrenzte Segmente, von denen je das vordere in das hintere eingestülpt werden kann und die in ganzer Länge vom Schlunde durchzogen werden. Seine Breite nimmt von vorn nach hinten allmählich zu. — Der Mittelleib ist bei Weitem der breiteste Abschnitt des ganzen

Digitized by Google

Körpers. In ihm finden wir den Magen (*st*), der blind geschlossen ist und demnach keinen Enddarm und After besitzt; dorsal oder lateral von demselben liegen die paarigen Geschlechtsorgane, deren unpaare Mündungsöffnung bei den verschiedenen Geschlechtern eine sehr abweichende Lage hat. Stets befindet sich dieselbe auf der Rückenseite und zwar beim Männchen dort, wo Hals und Rumpf zusammenstoßen, beim Weibchen an der Übergangsstelle von Mittelleib und Schwanz (*a*). — Der sich anschließende Hinterleib nimmt nach hinten allmählich eine geringere Breite an; mehrere Scheinsegmente, die von hinten nach vorn fernrohrartig in einander geschoben werden können, setzen ihn zusammen und umschließen eine Anzahl birnförmiger Schleimdrüsen (*f*), deren lange Ausführgänge am hinteren Körperpole ausmünden, und die durch ihr Secret das Thier an seiner Unterlage festhalten. — Man kann bei einem flüchtigen Studium unseres Objectes zweifelhaft darüber sein, welche Seite als Rücken resp. als Bauch zu bezeichnen ist, zumal wenn man von der Organisation der Süßwasserrotatorien ausgeht, deren Geschlechtsorgane stets ventral gelegen sind. Aber aus der Lage des Kauapparates, des Ganglions und der Geschlechtsöffnung ergiebt sich sofort, dass der von mir als Rücken angesehenen Körperseite in der That dieser Name gebührt. Hierfür spricht auch die Art und Weise, deren sich der *Paraseison* beim Ortswechsel bedient. Er kriecht nämlich spannerraupenartig umher, indem er sich mit dem Kopf an der Unterlage festklebt, Hals und Mittelkörper kreisförmig krümmt und sodann das Schwanzende unmittelbar neben dem Kopfe anheftet. Hierauf löst sich der Kopf wieder von dem Boden, das Thier streckt sich völlig aus und wiederholt dieselben Bewegungen von Neuem. Die Fig. 1 stellt ein Individuum auf der Wanderung begriffen dar, und sie zeigt auch zugleich, dass die der Unterlage zugekehrte Seite als Bauch angesehen werden muss. — Die Abgrenzung der im Vorstehenden unterschiedenen vier Körperabschnitte lässt sich nicht ganz scharf ausführen, da dieselben allmählich in einander übergehen. Besonders macht sich dies an den beiden hinteren geltend; es erscheint daher zweckmäßig, den Fuß so weit zu rechnen, wie sich die seine Function bedingenden Klebdrüsen (*f*) ach vorn erstrecken. Die weibliche Genitalöffnung fällt dann freilich schon in das Bereich des Schwanzes, der übrigens auch durch eine eigenthümliche Lebensgewohnheit des *Paraseison* markirt wird. So wie nämlich das Thier gestört wird oder sich in einer unbequemen Lage, z. B. auf dem Objectträger befindet, beschreibt

Digitized by Google

der Körper fast ausnahmslos einen Winkel, der in der Regel ungefähr einem rechten entspricht und dessen einer Schenkel allein vom Schwanze gebildet wird; der Scheitelpunkt desselben fällt, wie Fig. 1 zeigt, etwas oberhalb der Geschlechtsöffnung (*a*). Diese eigenartige Stellung erklärt sich anatomisch daraus, dass die Hauptmuskeln des Mittel- und Hinterleibes in der Region jenes Scheitelpunktes zusammentreffen und hängt ferner offenbar mit dem Mangel eines Räderapparates zusammen, der das Thier zwingt, seine Nahrung durch Tasten mit dem Kopfe auf der Unterlage aufzusuchen; es gewährt einen eigenthümlichen Anblick, das unproportionirte Thierchen in geknickter Haltung seinen langen, schwanenartigen Hals hin und her recken und alle Augenblicke völlig in den Mittelkörper zurückziehen zu sehen.

Wenden wir uns nach dieser einleitenden Übersicht über den Bau des *Paraseison asplanchnus* zu einer eingehenden Schilderung der einzelnen Organe. Ich beginne mit der allgemeinen Körperdecke, der

Haut. Diese besitzt alle für die Körperwand der Süßwasserräderthiere charakteristischen Eigenschaften. Sie besteht aus einer dünnen glashellen Cuticula, welche nach innen gleichmäßig mit einer zarten protoplasmatischen Matrixschicht überzogen ist, in welche kleine Kerne mit großem Nucleolus hier und da eingestreut sind. Gesonderte Zellen vermochte ich in hr nicht zu erkennen. Diese Hypodermis ist stellenweise so außerordentlich dünn, dass man dieselbe nur mit sehr starken Vergrößerungen gewahr wird. Trotzdem konnte dieselbe überall nachgewiesen werden, und vermuthlich verhalten sich daher auch die *Seison*-Arten eben so, obwohl Claus bemerkt, »subcuticulare Reste sind nur an wenigen Stellen in Form von Körnchenwülsten erhalten«. An der vordersten Spitze des Kopfes, dicht neben der Mundöffnung, verdickt sich die Matrix des *Paraseison* zu einigen Polstern, offenbar den rudimentären Homologa der den Räderapparat tragenden Kopfwülste der Süßwasserformen. Besondere Hautdrüsen, wie sie bei *Seison* vorkommen sollen, fehlen unserem Thiere völlig, wenn man nicht eine in der Medianlinie des Rückens im Schwanze gelegene birnförmige Verdickung der Hypodermis so deuten will. Die Cuticula ist nicht überall von einer homogenen Beschaffenheit, sondern weist einige bemerkenswerthe Structurverhältnisse auf. An den Halssegmenten finden wir eine sehr zarte Längsstreifung (Fig. 2), die von vielen parallelen Linien gebildet wird und sich, pinselförmig ausstrahlend, auch auf

Digitized by Google

die hinterste Gegend des Kopfes ausbreitet. An den hinteren Partien des Mittelkörpers tritt statt derselben eine scheinbare Körnelung auf, die auch den ganzen Fuß bedeckt. Wie man bei der Betrachtung eines idealen Querschnittes am Rande des Körpers erkennt (Fig. 3), wird dieselbe durch kleine rundliche oder längliche Hohlräume hervorgerufen, die dicht neben einander und manchmal zu Längsreihen angeordnet das Innere der Cuticula durchsetzen. Beobachtet man die Punktirung des Schwanzes genau, so fällt auf, dass sie auf den beiden hintersten Scheinsegmenten plötzlich viel schwächer wird als sie auf den vorhergehenden ist. Ferner ist die Haut des vorletzten Schwanzringes noch durch den Besitz einer leicht in die Augen fallenden Streifung ausgezeichnet. Vier scharf markirte Linien laufen in geringer Entfernung und parallel zu einander vom Rücken nach der Bauchfläche und schräg von vorn nach hinten (Fig. 1 und 7). In der dorsalen Medianlinie stoßen diejenigen der linken und rechten Körperseite nicht zusammen, sondern lassen einen schmalen Streifen von gewöhnlicher Beschaffenheit zwischen sich. — Die Ventralfläche desselben Segmentes trägt die Öffnung eines eigenartigen Organs, welches auch bei *Seison* sich findet, für das ich aber mit Sicherheit ein Homologon bei den übrigen Rotatorien nicht anzugeben vermag. Claus sagt von demselben (p. 82 l. c.): »Ein ziemlich starker Ausführungscanal mündet vor der Haftscheibe an der convex gekrümmten Bauchfläche des Endstückes auf einem kleinen conischen Höcker aus.« Es ist eine kleine rundliche Blase, die von einer (wie mir schien) structurlosen Membran gebildet wird und mit einem kurzen, etwas das Niveau der übrigen Haut überragenden Canal ausmündet (Fig. 4, 7*x*). Manchmal war dieselbe prall mit einem wasserklaren Fluidum erfüllt, während zu anderer Zeit die Wände schlaff neben einander lagen. Trotz aller Aufmerksamkeit habe ich nie Contractionen derselben wahrnehmen können und glaube daher auch nicht, dass solche stattfinden. Bei den Süßwassergattungen *Monocerca* und *Diurella*[1] sind die Klebdrüsen des Fußes zu einer Blase mit contractiler Wandung umgebildet, die ihr Secret plötzlich entleert. Möglicherweise haben wir es hier mit einer entsprechenden, aber rudimentär gewordenen Einrichtung zu thun; es würde dann dies Organ als eine modificirte Fußdrüse zu deuten sein, eine Ansicht, die auch

[1] L. Plate, Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XIX. N. F. XII. p. 50 u. 51.

Digitized by Google

dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass man nicht selten einen klebrigen Tropfen an der Mündung des Ausführganges hängen sieht.

An die Besprechung der Haut schließt sich wohl am besten die Beschreibung der **Klebdrüsen** des Fußes an, da dieselben zweifellos besonders stark entwickelte Partien der subcuticularen Matrix darstellen. Es sind ungefähr 6—8 Drüsen, welche einen sehr langen Ausführgang besitzen, der den Hinterleib durchzieht (Fig. 1 und 7*f*). Je weiter die den klebrigen Schleim bereitende Zelle vom hinteren Pole des Körpers entfernt liegt, um so länger ist der sehr viele Körnchen enthaltende ausleitende Canal derselben. Die vordersten Klebdrüsen, welche in der Höhe der weiblichen Geschlechtsöffnung und noch weiter nach vorn gelagert sind, haben mehrere Kerne, die gesonderten Zellen angehören; die mehr nach hinten liegenden sind dagegen einkernig. Die Ausführgänge der einzelnen Drüsen laufen, ohne mit einander zu verschmelzen, bis zur Schwanzspitze, deren eigenthümliche Beschaffenheit aus der Betrachtung der Fig. 4 ersichtlich wird. Sie bildet einen rundlichen Höcker, dessen Peripherie mit einer Anzahl kleiner in einer Reihe stehender Zähnchen besetzt ist und dadurch dem Zahnrad einer Maschine ähnelt. Der von den Drüsen ausgeschiedene Schleim wird durch diese Zinken gepresst, wodurch er manchmal die Gestalt kurzer neben einander liegender Fäden annimmt. Es ist nicht immer leicht, sich vom Bau des hinteren Körperendes zu überzeugen, da dasselbe, wie die beiden letzten Scheinsegmente überhaupt, eingestülpt werden kann. Ist dies der Fall, so scheint eine Haftscheibe mit verdickten Rändern den Schwanz abzuschließen, was nach CLAUS bei *Seison* in der That der Fall sein soll.

Die **Ernährungsorgane** bestehen aus drei Abschnitten, der Mundhöhle mit dem Kauapparat, dem Schlund und dem Magen, von denen jeder durch den Besitz besonderer Drüsen ausgezeichnet ist. Das Vorderende des Kopfes vermag etwas eingezogen zu werden, und die kleine an der äußersten Spitze gelegene Mundöffnung ist daher nicht immer in gleichem Maße sichtbar. Sieht man von oben auf dieselbe herab, wozu man freilich nur selten Gelegenheit hat, so bemerkt man, dass um sie herum vier Büschel (Fig. 5 *t*) kleiner steifer Borsten stehen, die nie bewegt werden und offenbar nur zum Tasten dienen. Man geht wohl nicht fehl, wenn man hierin die letzten Rudimente des Räderapparates sieht, wie er sich in deutlicherer Form noch bei *Seison* und dem weiter unten beschriebenen *Paraseison ciliatus* erhalten hat. Von der Seite betrachtet sieht man natürlich

Digitized by Google

nur zwei Tastborsten (Fig. 6 *t*), und auch diese werden bei etwas eingestülptem Zustande der vorderen Kopfpartie der Beobachtung unzugänglich. Die Mundöffnung selbst hat nur bei ruhendem Kauapparat eine rundliche Form; bei jeder Bewegung der Kiefer wird dieselbe dagegen etwas quer in die Länge gezogen. Sie führt in eine kurze canalartige Mundhöhle, in deren Hintergrund die Zähnchen des **Mastax** hereinragen, welche auf der Dorsalseite zwischen sich die Mündung der Schlundröhre umfassen (Fig. 6). Auf den ersten Blick scheint es, als ob das Gebiss bei *Seison* und *Paraseison* in einem besonderen Schlundanhange läge und sich dadurch von dem Verhalten der Süßwasserrotatorien unterschiede; aber da bei den letzteren der Schlund ebenfalls stets dorsal in den Kieferapparat, wenn auch gewöhnlich der Mitte oder dem Hinterende desselben genähert, einmündet, so liegt bei jenen Gattungen nur eine starke Verschiebung der Schlundöffnung nach vorn vor.

Der **Kauapparat** zerfällt in zwei Abschnitte, in die vorn in die Mundhöhle hereinragenden Zähne, deren zwei Paar vorhanden sind (Fig. 9 *I* u. *II*), und in einen diese tragenden, mehr nach hinten gelegenen Stützapparat (Fig. 8, 9 α, β, γ). Der letztere besteht aus drei Paar größerer chitiniger Knöchelchen, von denen das mittlere (α) an Länge alle übrigen weit überragt und desshalb sofort in die Augen fällt. Es bildet zwei dünne spatelförmige Blätter, die in ihrer Vorderhälfte sich stark verschmälern und hier zu einem einzigen zugespitzten Stabe verschmelzen, wie man dies am besten bei der Betrachtung von unten wahrnimmt (Fig. 9). Am hinteren Ende liegen beide Blätter zwar auch sehr dicht neben einander, machen aber doch durch eine feine Medianlinie die ursprüngliche Doppelnatur des ganzen Gebildes ersichtlich. Die breiten Flächen der Blätter tragen ca. neun Längsrippen, die hinten stark ausgeprägt sind, nach vorn aber in äußerst zarte Linien auslaufen. Links und rechts von diesem Mittelstück α des Stützapparates liegen je zwei Knöchelchen, von denen das eine (β) sich etwas nach außen und unten, das andere (γ) sich in großem Bogen nach oben krümmt; dieses letztere dorsale Glied ragt nicht ganz so weit nach hinten vor, wie das ventrale, von dem noch zu erwähnen ist, dass sein Hinterende löffelförmig verbreitert ist, während das vordere sich leicht nach außen umbiegt und unmittelbar einem der Zähne anliegt. Dort, wo die Chitinstückchen γ und β zusammenstoßen, findet sich außerdem noch eine kleine nach hinten gerichtete Rippe (Fig. 9 δ). — Die beiden Zahnpaare, welche mit den eben geschilderten Stützbalken fest verbunden sind und von

Digitized by Google

diesen bewegt werden, haben verschiedene Gestalt. Zwei Zähne stellen Stäbchen dar, die am Vorderende in zwei kurzen Spitzen sich gabeln (Fig. 9 *I*). Sie werden von den mit β bezeichneten Gliedern gehalten. Die zwei anderen Zähne sind plumpe, länglich eiförmige Gebilde, die vorn plötzlich schmäler werden. Die Bewegung dieser Zähne gegen einander wird durch dicke Muskeln bewirkt, die von den Rippen der spatelförmigen Mittelblätter ausgehen und sich an β und γ inseriren. Bei dem in Fig. 9 gezeichneten Individuum waren diese Muskeln contrahirt, wodurch die vorderen Enden von β und γ und damit auch die Zähnchen von einander gezogen werden, während sie im Zustande der Muskelruhe einander stark genähert sind. — Zwischen den Knöchelchen des Stützapparates lassen sich die Ausführgänge der ventralen Speicheldrüsen bis zu den Zähnchen verfolgen, deren Thätigkeit sie durch ihr Secret unterstützen (Fig. 9 *dr*^{1}).

Etwas vor dem Kauapparat liegt der Rückenseite der Mundhöhle ein kleiner, rundlicher Körper an (Fig. 5, 6 *y*), der am lebenden Thiere stets durch seine gelblich grüne Färbung auffällt. Bei näherer Betrachtung erweist sich derselbe aus mehreren — wahrscheinlich vier — kleinen Stäbchen zusammengesetzt, welche von Kalilauge und dünner Schwefelsäure nur langsam zerstört werden und daher von chitinartiger Natur zu sein scheinen. Zwei von diesen Stäbchen sind etwas länger (0,016 mm) und laufen an dem einen Ende in eine feine, etwas gebogene Spitze aus. Über die Bedeutung dieser Gebilde bin ich nicht ins Klare gekommen. Da zwischen ihnen zwei birnförmige, mit sehr langem Ausführgang versehene, einzellige Drüsen (Fig. 6 *dr*^{2}) ausmünden, welche dorsal vom Schlunde und links und rechts vom Gehirn liegen, so stehen sie wohl in functioneller Beziehung zu denselben. Ich halte diese Organe, die sich in gleicher Weise auch bei *Seison* vorfinden, für Klebdrüsen des Kopfes, welche dieselbe Aufgabe, wie die flaschenförmigen Zellen des Fußes erfüllen. Jedes Mal nämlich, wenn ein *Paraseison* auf dem Objectträger umherkriecht und sich dabei abwechselnd mit dem vorderen und dem hinteren Körperpole anheftet, findet man an den Fixationsstellen des Kopfes eine glänzende Gallerte, die offenbar zur Befestigung des Thieres gedient hat und sehr wahrscheinlich von den eben beschriebenen Drüsen ausgeschieden wird. Als Speicheldrüsen sind dagegen zwei andere Drüsen (Fig. 6 *dr*^{1}) zu deuten, die, von ganz gleichem Bau wie die eben erwähnten, ventral vom Gebiss liegen und unmittelbar zwischen die Zähne desselben einmünden.

Der **Schlund** (Fig. 1, 2, 6 *oe*) stellt ein enges, überall gleich

Digitized by Google

breites Rohr dar, das den Kopf und Hals in ihrer ganzen Länge durchzieht, und, der Rückenseite des Magens etwas genähert, in diesen übergeht. Er wird von einer zarten Membran gebildet, in der ich nur feine Muskelfäden, aber keine Kerne erkennen konnte. Abweichend von den meisten Rotatorien finden wir seine Innenwand nicht mit Cilien ausgekleidet, und wird die aufgenommene Nahrung daher sicherlich durch eine Art peristaltischer Bewegung nach hinten befördert werden, wie dies z. B. auch die Synchaeten und Asplanchnen thun. Das vordere Ende des Schlundes zeigt sehr häufig eine fein wellenförmig gezähnelte Innenwandung, eine Eigenschaft, die wohl auf die Contraction der dort befindlichen Muskeln zurückzuführen ist. Der Schlund nimmt bald nach seinem Eintritt in den Hals jederseits den ausleitenden Canal einer lang-birnförmigen, einzelligen Drüse auf (Fig. 6 *dr*^{3}), welche bis in den Kopf hineinreicht und offenbar den »5—6 flaschenförmigen Zellen« entspricht, die bei *Seison* an gleicher Stelle liegen sollen. — Dem dritten Halssegmente gehören noch zwei (oder mehr?) kleine Drüsen (Fig. 2 *dr*^{4}) an, welche ebenfalls in den Schlund einmünden und durch ihr Secret das Herabgleiten der Nahrung erleichtern.

Der **Magen** (Fig. 1, 9 *st*) bildet einen länglichen, hinten blind geschlossenen Sack, der von großen polygonalen Zellen gebildet wird. Dieselben stehen in unregelmäßigen Längsreihen und sind bei einem gut genährten erwachsenen Individuum dicht mit braunen Pigmentpartikelchen erfüllt. Lässt man die Thiere einige Zeit hungern, so verschwinden die letzteren und auch bei einem eben aus dem Ei gekrochenen Exemplar haben sie sich noch nicht entwickelt. Auffallenderweise tragen die Zellen auf der Innenseite keine Flimmerhaare, ein Verhalten, das bis jetzt noch bei keinem anderen Rotator meines Wissens beobachtet wurde. Es ist ja freilich oft schwer, die zarten Cilien im Magen der Räderthiere zu erkennen, aber ich habe mich an vielen sehr günstigen Thieren bestimmt von dem Fehlen derselben überzeugt. Indirect wird die Richtigkeit dieser Angabe noch durch eine andere Beobachtung bestätigt. Im Lumen des Magens finden sich nämlich häufig eine ganze Anzahl Ölkugeln von verschiedener Größe; diese verhalten sich bei völliger Ruhe des Magens auch dann ganz bewegungslos, wenn sie unmittelbar neben der Wandung liegen, was bei der Anwesenheit von beweglichen Cilien unmöglich wäre. Auch Claus hat bei *Seison* keine Flimmerung bemerkt. Am vorderen Ende des Magens treten oberhalb der Einmündungsstelle des Schlundes zwei Drüsen ein, die von der typischen Structur dieser

Digitized by Google

Organe nicht abweichen. In der hinteren Wand ist der Zellbelag des Magens etwas dicker als sonst, lässt aber nicht die geringste Spur von einem wenn auch nur rudimentären Afterdarm erkennen. Durch den Mangel desselben ist die Gattung *Paraseison* leicht von *Seison* zu unterscheiden, da diese nach den zuletzt publicirten Beobachtungen des Wiener Forschers in beiden Geschlechtern einen mit dem Geschlechtsapparate ausmündenden Enddarm besitzt. — Die Nahrung des *Paraseison* scheint mir vornehmlich aus vegetabilischem Detritus und aus Theilchen in Zerfall gerathener Nebalieneier zu bestehen; wenigstens sah ich den Magen häufig dicht gefüllt von einer mit vielen Fetttröpfchen durchsetzten Masse, die ich für Dotter halte. Vermuthlich ist der Verlust der Magencilien auf eine derartige leicht resorbirbare und einer weiteren Zerkleinerung nicht mehr bedürftige Nahrung zurückzuführen. Fäcalstoffe irgend welcher Art habe ich bei unserem Thier nie angetroffen.

Die **weiblichen Geschlechtsorgane** liegen, abweichend von allen übrigen Rotatorien, dorsal vom Magen. Es sind zwei längliche Schläuche (Fig. 1 *ov*), welche bei erwachsenen Thieren den ganzen Mittelkörper durchziehen und sich ungefähr in der Höhe des hinteren Magenendes in einen gemeinschaftlichen Ausführgang (Fig. 1 *du*) öffnen, der etwas weiter nach hinten ausmündet (*a*). Diese letztere Stelle fällt als querer Schlitz bei Betrachtung der Rückseite des Thieres leicht in die Augen. Wenn die Sexualorgane zu einer beträchtlichen Größe herangewachsen sind, so erstrecken sie sich sehr häufig auch auf die Seiten des Körpers, links und rechts vom Magen, und in seltenen Fällen sah ich ein Ovar oder beide die für die übrigen Räderthiere charakteristische Lage, ventral vom Magen, durch Verschiebung einnehmen. — Obwohl der Bau des weiblichen Geschlechtsapparates ein ziemlich einfacher zu sein scheint, so bin ich doch nicht über alle Verhältnisse desselben zu völliger Klarheit durchgedrungen, was damit zusammenhängen mag, dass derselbe je nach der Reife der Eier verschiedenen Veränderungen unterliegt. Fig. 11 stellt den Zustand dar, den ich am häufigsten antraf: eine größere Anzahl von Eiern (*e*) sind hinter und unregelmäßig neben einander zu einem schlauchförmigen Organ zusammengereiht und jedes derselben ist mit einem Kern versehen, der durch den Besitz eines sehr großen Nucleolus ausgezeichnet ist. Die Größe der Eier nimmt von vorn nach hinten keineswegs zu, sondern große und kleine Eier folgen im bunten Wechsel auf einander. Am vorderen Ende des ganzen Organs befindet sich jedoch vielfach ein besonderer Haufen

Digitized by Google

von kleineren Eiern (e^1), die sich durch einen viel helleren, d. h. weniger Fettkörnchen enthaltenden Dotter von den übrigen (e) unterscheiden. Man geht wohl nicht fehl, wenn man diesen helleren Eiern ein jüngeres Entwicklungsstadium zuschreibt. Alle Eier eines Ovariums sind durch eine deutliche Wandung gegen einander abgegrenzt und lassen selbst bei sehr genauem Studium nichts von einer das ganze Ovar umhüllenden und sich in den Ausführgang (*du*) fortsetzenden Membran erkennen; nichtsdestoweniger muss eine solche doch wohl vorhanden sein und nur dadurch, dass sie sich äußerst dicht an die Eier anschmiegt, sich der Beobachtung entziehen, denn wie sollten sonst diese Eier, die nicht fest zusammengelöthet sind, sondern sich gegen einander verschieben können, häufig auch durch Lücken getrennt sind, zu einem einheitlichen Organ vereinigt werden? In der That hob sich einmal bei einem Individuum, das mit verdünnter Schwefelsäure behandelt worden war, eine zarte Haut sehr deutlich vom Eierstock als Umhüllung desselben ab. — Ein etwas anderes Bild, als das soeben besprochene, vergegenwärtigen uns die Figuren 15 und 14, in welchen die vorderen Partien des linken und rechten Ovars desselben Weibchens dargestellt sind. Die Spitze des linken Organs (Fig. 15) wird hier von einem rundlichen, mit einer homogenen Plasmamasse erfüllten Körper (*a*) gebildet, in dem zahlreiche solide Kerne sehr verschiedener Größe eingestreut liegen. Die drei in dem folgenden Abschnitte (*b*) gelegenen Kerne nähern sich durch den Besitz eines wenn auch nur kleinen Nucleolus schon der gewöhnlichen Form, der wir in dem Theile *c* begegnen. Dieser letztere bietet nur darin eine bemerkenswerthe Abweichung dar, dass sich das Plasma noch nicht um alle Kerne zu gesonderten Eiern abgegrenzt hat. Das in demselben Individuum auf der anderen Körperseite gelegene Ovar (Fig. 14) wies dagegen schon lauter distincte Eier mit Kernen von der gewöhnlichen Form auf. Die einen auffallend großen Kern enthaltende Zelle *x* schien in Theilung begriffen zu sein, wenigstens ließ die Gestalt des Nucleus und eine ringförmige Einschnürung des Plasmas darauf schließen. Der Abschnitt *a* des linken Eierstockes lässt vermuthen, dass die Eier ursprünglich nicht scharf von einander getrennt sind, sondern einem Keimlager ihre Entstehung verdanken, und dass mit der Entwicklung gesonderter Eier auch eine Umbildung der Kerne Hand in Hand geht. Vielleicht kommt ein solches Keimlager auch nicht allen Individuen zu, sondern nur solchen, die relativ früh die Eischale verlassen haben; wenigstens habe ich viele junge Weibchen angetroffen, in deren Ovarien

Digitized by Google

schon alle Eier deutlich von einander gesondert waren. Weiteren Untersuchungen muss es vorbehalten bleiben, die Genese der weiblichen Geschlechtsproducte völlig klar zu legen. — Nicht immer beobachtet man am ausgebildeten Ovar den in Fig. 10 dargestellten Gegensatz zwischen einem dotterreichen und einem dotterarmen Eihaufen, sondern oft sind alle Zellen von gleicher Beschaffenheit. — Die abgelegten Eier haben im Verhältnis zur Mutter eine sehr erhebliche Größe und eine ovale, an dem einen Ende etwas zugespitzte Gestalt (Fig. 10). Ihre Länge beträgt ca. 0,187 mm, bei einer Maximalbreite von 0,06 mm. Auffallenderweise erfüllt das eigentliche Ei, die Dottermasse, nur etwas mehr als die Hälfte der von einer structurlosen Eischale umschlossenen Höhlung, deren übriger Raum von einer wasserklaren Flüssigkeit eingenommen wird. In dieser fand ich stets 1—2 rundliche Richtungskörper von 0,007—0,015 mm Größe; dieselben zerfallen sehr langsam, so dass man sie noch neben völlig ausgebildeten Embryonen vorfindet. In der Regel war nur ein Richtungskörper mit deutlichem Kern vorhanden, der stets in dem Fluidum der zugespitzten Eihälfte lag; war ein zweiter gebildet worden, so zeigte er stets geringere Größe. Erst wenn der Embryo sich dem Ende seiner Entwicklungszeit nähert, wird er so voluminös, dass er die Eischale annähernd ausfüllt, auch wenn — wie dies immer der Fall zu sein scheint — Schwanz und Kopf gegen den Mittelkörper umgeklappt werden (Fig. 10 *b*). Das Detail der Entwicklung zu erkennen, war mir wegen des Dotterreichthums der Eier unmöglich. Beim Auskriechen wird ein kleines Stück des breiten Endes der Eischale kappenartig abgehoben. Die eben ausgeschlüpften Thiere sind ca. 0,39 mm groß und völlig ausgebildet; nur der Magen nimmt erst mit der Nahrungsaufnahme sein braunes Pigment an. Die auf einem Haufen liegenden Eier sind nicht alle gleichen Geschlechts, sondern zwischen der überwiegenden Zahl weiblicher Eier findet man auch dann und wann ein männliches. Da ich manchmal nur ein weibliches Individuum bei einem solchen Brutplatz und überhaupt auf der betreffenden *Nebalia* antraf, so folgt hieraus, dass dasselbe Thier Eier von verschiedenem Geschlecht zu legen vermag; es verdient dies desshalb Beachtung, weil bei den Süßwasserrotatorien ein Individuum nur Eier von einem Geschlecht, entweder nur männliche oder nur weibliche, erzeugt[1].

Die **männlichen Geschlechtsorgane** des *Paraseison* sind von

[1] Vgl. meine frühere Arbeit, l. c. p. 106.

Digitized by Google

sehr eigenthümlicher Beschaffenheit und weichen erheblich sowohl von den entsprechenden Organen der *Seison*-Species als auch der übrigen Räderthiere ab. Wie der weibliche Sexualapparat sind sie paarig und dorsal vom Magen gelagert. Die Hoden bilden zwei birnförmige Organe (Fig. 16 *te*), welche den größten Theil der Länge des Mittelkörpers durchziehen und ihr breites Ende nach vorn wenden. Nach hinten verschmälern sie sich allmählich zu einem nach dem Rücken zu gekrümmten Ausführgang. Nicht immer aber bewahren sie ihre Lage oberhalb des Magens, sondern häufig rutschen sie zu beiden Seiten desselben herab. Sie münden in einen rundlichen Körper (*x*), über den ich leider nur sehr wenig zu ermitteln vermochte. Er schien mir paarig oder wenigstens durch eine Furche in zwei Lappen gesondert zu sein und mit einem großen birnförmigen Organ (*d.ej*), das sofort in die Augen fällt, in Verbindung zu stehen. Dieses sackartige Gebilde öffnet sich unter beträchtlicher Verschmälerung auf der Rückenfläche dort, wo Hals und Mittelkörper in einander übergehen (*a*) und weist in diesem Endabschnitte auch eine zarte Flimmerung auf, die jedoch nur eine kleine Strecke weit die Innenwand auskleidet. Das hintere breite Ende dieses eigenthümlichen und, wie mir schien, von einer structurlosen Membran gebildeten Organs wird von einer homogenen Masse gebildet, welche zwei hin- und hergewundene und mit einer nach hinten schlagenden Flimmerung versehene Canäle (*v.d*) durchziehen; die letzteren münden mit zwei getrennten Öffnungen in den vor ihnen liegenden Hohlraum. Über ihren genauen Verlauf und ihre Verbindung mit dem hinten sich anschließenden Körper (*x*) vermochte ich mir keine bestimmte Ansicht zu bilden, da am lebenden Thiere die Untersuchung durch die stäte Beweglichkeit desselben sehr erschwert wird, und die todten Exemplare immer so zusammengezogen sind, dass die betreffenden Theile verdeckt werden. — Die männlichen Genitalorgane von *Seison* differiren nicht so erheblich von den eben beschriebenen des *Paraseison*, dass sie sich mit diesen nicht vergleichen ließen; danach haben wir jenes Gebilde *x* unseres Thieres, welches die Ausführgänge der Hoden aufnimmt, als eine Samenblase, die geschlängelten Canäle (*v.d*) als Vasa deferentia anzusprechen, welche das Sperma in den großen Hohlraum des Ductus ejaculatorius (*d.ej*) leiten. Vielleicht ist auch nur ein Vas deferens vorhanden, welches aber zwei vordere Öffnungen besitzt. — Die Hoden sind, namentlich wenn sie dicht über dem braunen Magen liegen, oft sehr schwer zu finden. Sie werden von einer zarten Membran ausgekleidet, die im

Digitized by Google

Inneren viele kleine Zellen resp. im reifen Zustande zahlreiche bewegliche und sehr kleine Spermatozoen umschließt. An jedem der letzteren lässt sich ein Kopf und ein Schwanzfaden wohl erkennen. Im Hoden der Süßwasserrotatorien findet man bekanntlich außer den eigentlichen Samenfäden, die den eben beschriebenen gleichen, noch unbewegliche und an beiden Enden spitz zulaufende Stäbchen von zweifelhafter Bedeutung. Ich habe dieselben bei *Paraseison* in der Regel vermisst und nur einmal einen Haufen von Stäbchen beobachtet (*y*), die den eben erwähnten entsprechen dürften. — Die Samenblase wird von einer feinkörnigen Masse, vermuthlich dicht zusammengedrängten Spermatozoen, erfüllt. — Sehr auffallend ist der Inhalt der übrigen Theile des Genitalapparates. Der Ductus ejaculatorius birgt eine große Anzahl flaschenförmiger Körperchen (Fig. 12, 13, 16) von durchschnittlich 0,014 mm Länge und 0,05 mm Breite, die an sich unbeweglich sind, von denen jedoch einige nicht selten durch die Flimmerung in die Vasa deferentia getrieben werden. An jeder Flasche kann man drei Abschnitte unterscheiden: eine vordere halbkugelige Kappe (Fig. 13 *a*), einen etwas schmäleren Hals *b* und einen eiförmigen hinteren Theil *c*, der zwei- bis dreimal breiter als der Hals ist. Die vordere und mittlere Partie wird von einer dünnen chitinigen Membran ausgekleidet, während die Schale des letzten Abschnittes dick und fest ist. Man erkennt diese Verhältnisse am besten, wenn man einige Tropfen Kalilauge kurze Zeit einwirken lässt (Fig. 12). Dann sieht man auch, dass der dunkle glänzende Stab, welcher den Hals in seiner ganzen Länge durchzieht, kein Canal, sondern ein solides Gebilde ist, das in das Vorder- und Hinterstück etwas hereinragt. Der übrige Raum des Halses ist entweder ohne Inhalt oder wird von einer wasserklaren Flüssigkeit eingenommen. In dem vorderen Abschnitte des in Rede stehenden Gebildes befindet sich eine körnige protoplasmatische Substanz, die so aussieht, als ob sie aus einem dichten Haufen von Spermatozoen bestände. Sie fehlt unmittelbar neben dem vorderen Ende der Halsachse, so dass sie, wie aus der Fig. 13 ersichtlich ist, kappenförmig jenen centralen Stab überwölbt; nur eine feine Strichelung lässt sich in dem hellen Raume zwischen Hals und Plasma erkennen. Ob das letztere in der That, wie ich glaube, aus einem engverschlungenen Knäuel von Samenfäden besteht, oder ob der Inhalt der vordersten Flaschenpartie ganz anderer Natur ist, vermochte ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden; irgend welche Bewegungen desselben sind nicht zu bemerken. Der hinterste Abschnitt enthält ebenfalls eine feinkörnige Masse, welche

Digitized by Google

den ihr zur Verfügung stehenden Hohlraum in der Regel nicht ganz ausfüllt und auch häufig einige vacuolenartige Lichtungen aufweist. Sie ist sicher in ihrer Beschaffenheit und Bedeutung von der Substanz des Kopfstückes verschieden. — So lange es noch nicht gelungen ist, die Verwendung der eben geschilderten Fläschchen bei der Begattung zu beobachten, lassen sich nur Vermuthungen über die Natur derselben äußern. Ich halte sie für Spermatophoren, welche die von ihnen im vordersten Abschnitte umschlossene Samenmenge unter gewissen Umständen in Freiheit setzen. Diese Ansicht wird durch folgende Beobachtung gestützt: man findet nicht selten am hinteren Ende der Vasa deferentia Spermaflaschen, welche in ihrem vordersten Abschnitte noch leer sind, aber unmittelbar neben einem Haufen lebender Samenfäden liegen und daher ganz den Eindruck machen, als ständen sie im Begriff, eine Anzahl derselben aufzunehmen. Leider habe ich nicht darauf geachtet, ob solche Samenflaschen schon in ihrem hintersten Hohlraume mit Substanz versehen sind oder nicht; doch traf ich unter meinem conservirten Material ein junges Männchen mit einem Spermatophor ohne Samen im vorderen, aber mit Inhalt im hinteren Abschnitte. Wahrscheinlich wird daher dieser von einer quellbaren Masse gebildet, die im weiblichen Körper die Wandung des Fläschchens sprengt und dadurch den Spermatozoen die Möglichkeit gewährt, mit den Eiern zu verschmelzen. Bemerkenswerth ist die Stellung, welche die Spermatophoren im männlichen Thier einnehmen. Sie sind sämmtlich, sowohl im Ductus ejaculatorius wie in den Vasa deferentia, mehr oder weniger parallel zur Längsachse des Männchens angeordnet und wenden stets den Kopfabschnitt dem hinteren Körperpole desselben zu (Fig. 16). Wo und wie sie entstehen, vermochte ich nicht zu ermitteln, doch werden sie jedenfalls sehr früh angelegt, da man schon im Inneren von noch nicht ausgeschlüpften Embryonen völlig ausgebildete Spermaflaschen antrifft. — Spermatophoren oder irgend welche Gebilde, die sich mit diesen vergleichen lassen, sind bis jetzt bei Rotatorien noch nicht beobachtet worden; auch bei *Seison* scheinen sie nicht vorzukommen, oder sind etwa die kleinen Stäbchen, die ebenfalls einen hellen mittleren und einen dunklen vorderen und hinteren Abschnitt erkennen lassen und die nach Claus den Ductus ejaculatorius und das Endtheil des Vas deferens dicht erfüllen, homologe, wenn auch minder vollkommene Gebilde? Der männliche Sexualapparat von *Seison* weicht überhaupt beträchtlich von dem im Vorstehenden geschilderten ab. So besitzt z. B. der Ductus ejaculatorius desselben nach Angabe des Wiener

Digitized by Google

Zoologen zwei Anhangsorgane, ein rechtsseitiges Divertikel und einen diesem gegenüberliegenden mehrtheiligen Drüsenkörper; ferner zeigt dasselbe Organ eine mit starker Musculatur versehene Wandung, während eine solche bei *Paraseison* entweder ganz fehlt oder nur sehr schwach ausgebildet ist; endlich liegen die Hodenschläuche der *Seison*-Arten ventral vom Magen, bei *Paraseison* neben oder über demselben. — Die Begattung habe ich leider nicht beobachten können; es wäre interessant, Näheres über sie zu erfahren, da man sich aus der bloßen Kenntnis der männlichen Genitalien kaum ein Bild von dem Vorgange machen kann. Dass der Ductus ejaculatorius durch seine enge Austrittsöffnung hindurchgestülpt wird, ist bei dem völligen Mangel einer dies bewirkenden Musculatur ganz undenkbar. Derselbe verdient daher diese Bezeichnung bei *Paraseison* wohl kaum, während er sie bei *Seison* mit Recht führen mag. Mehrere Male hatte ich auch Gelegenheit zu sehen, wie die Spermaflaschen durch die Wimpern im vorderen stielartigen Abschnitte des Ductus nach außen gestoßen wurden. Die Begattung kann wegen des Mangels eines als Penis fungirenden Organs nur durch Aneinanderlegen der Sexualöffnungen vollzogen werden, deren verschiedene Lage in beiden Geschlechtern die copulirenden Individuen zwingen muss, eine ungewöhnliche Stellung zu einander einzunehmen. Merkwürdigerweise habe ich trotz der großen Zahl von Thieren, die mir zu Gesicht gekommen sind, nie Spermatophoren oder Samenfäden in den weiblichen Individuen angetroffen.

Das **Wassergefäßsystem** des *Paraseison* zeigt in beiden Geschlechtern fast dieselbe Beschaffenheit, und nur durch die Verbindung desselben mit dem Ausführgange der Zeugungsstoffe werden geringe Differenzen hervorgerufen; von dem typischen Baue desselben Organs bei den Süßwasserräderthieren weicht es durch den Besitz eines langen und blind endigenden Seitencanals ab. Mit Ausnahme des Schwanzes durchzieht es alle übrigen Körperabschnitte in Gestalt zweier Röhren, die aber nur im Mittelkörper relativ leicht aufzufinden sind, während sie sich im Halse und im Kopfe wegen ihres engen Calibers und durchsichtigen Baues sehr leicht der Aufmerksamkeit des Beobachters entziehen. Bei günstigen Exemplaren fällt jederseits ungefähr in der Mitte des Vorderkörpers eine zarte Wellenbewegung auf, die von einem kleinen cylindrischen »Zitterorgan« hervorgerufen wird (Fig. 6 *z*[1]). Dasselbe sitzt einem schmalen Canale an, der eben daselbst einige Verschlingungen bildet und sich auch noch etwas weiter nach vorn verfolgen lässt, ohne dass

Digitized by Google

es mir jedoch gelungen wäre, das vordere Ende desselben im Kopfe zu entdecken. Die nach hinten gerichtete Fortsetzung jener Röhre durchzieht den ganzen Hals und trägt an der Übergangsstelle von Kopf und Hals eine zweite Zitterflamme (Fig. 6 z^2); das Lumen des Canals bleibt auf dieser ganzen Strecke überall gleich breit. So wie das Gefäß in den Mittelkörper getreten ist, nähert es sich der Bauchseite und bildet hier eine zweite verknäuelte Partie, die mit einer dritten Zitterflamme versehen ist (Fig. 11, 16 z^3). Von hier an nimmt es eine beträchtlichere, ungefähr 5mal so große Breite an und läuft beim Männchen schräg nach hinten und oben zum Hinterende des Sexualapparates. Über die Art, in der es sich mit diesem Organ verbindet, bin ich leider nicht genau unterrichtet. Das Wassergefäß schien mir in die Samenblase oder auch kurz vor dieser in den Hodencanal einzumünden (Fig. 16). Beim Weibchen steigt der Secretionscanal nur wenig nach oben dem Rücken zu, zieht dann neben und parallel dem Magen nach hinten und mündet in den, beiden Ovarien gemeinschaftlichen, Ausleiter (Fig. 11). Bald nachdem jederseits dieses breite Wassergefäß die im Anfange des Mittelkörpers gelegene verschlungene Partie verlassen hat, sendet es in beiden Geschlechtern einen schmalen Seitenzweig längs der Ventralfläche des Thieres nach hinten (Fig. 11, 16 *wg'*), dessen Lumen nicht breiter als das des Halscanals ist. Dort, wo der Mittelkörper in den Schwanz übergeht, bildet dieser Ast eine der Bauchseite anliegende dritte Verknäuelung, die mit zwei weiteren Zitterorganen in Verbindung steht (Fig. 11, 16 z^4, z^5). Bei einigen Asplanchnen, deren Wassergefäße sich ebenfalls gabeln, vereinigen sich die Äste wieder vor der Einmündung in die contractile Blase und bilden also eine Öse. Ich vermuthete daher auch bei *Paraseison* die Anwesenheit eines von der hintersten Verschlingung ausgehenden und zum Hauptcanal zurückkehrenden Röhrchens; aber dasselbe war nicht zu finden und demnach scheint der Canal *wg'* hier blind zu endigen. Die fünf Zitterflammen, welche dem *Paraseison* links und rechts eigen sind, zeigen in ihrem Baue keine besonderen Eigenthümlichkeiten. Es sind kleine, cylindrische, hinten geschlossene Röhrchen mit einer im Inneren schwingenden Cilie; eine breite Flächen- und eine schmale Kantenansicht, denen wir bei so vielen anderen Räderthieren begegnen, sind hier nicht zu unterscheiden. Der breite Hauptcanal des Mittelkörpers hat nur ein schmales Lumen, aber eine dicke, mit vielen Körnchen und Vacuolen durchsetzte Wandung. Häufig liegen die Flüssigkeitsbläschen dicht hinter

Digitized by Google

einander, wie die Perlen eines Rosenkranzes. Dieselbe feinkörnige, drüsenähnliche Beschaffenheit kehrt in den verschlungenen Partien wieder, während die schmalen Canäle im Kopf, Hals und Mittelkörper von einer zarten, fast structurlosen Membran ausgekleidet werden. — Der im Vorstehenden geschilderte Bau des Secretionsapparates ist interessant, weil er durch den Mangel einer contractilen Blase und durch die Ausbildung einzelner Theile zu bloßen Zuführungsgängen, anderer zu secernirenden Abschnitten von dem typischen Bau dieses Organs abweicht; wenigstens scheint mir die Differenzirung in fast glatte, dünne und feinkörnige, dicke Gefäße mit Sicherheit auf eine solche Arbeitstheilung hinzuweisen. Das Wassergefäßsystem von *Seison* ist, so weit man nach den vorliegenden Untersuchungen darüber urtheilen kann, nicht ganz so ausgebildet wie bei unserem Thier. Es soll nur eine Zitterflamme, welche der von mir mit z^3 bezeichneten entspricht, und im Mittelkörper nur einen breiten Canal aufweisen, welch letzterer »am Afterdarme aufsteigend in ein diesem aufliegendes zarthäutiges Säckchen« übergeht.

Das **Bindegewebe** ist bei *Paraseison* durch einzelne dünne Fäden vertreten, die sich zwischen den Organen und der Haut ausspannen. — Von den animalen Organen ist mir das

Nervensystem wohl nur zum geringsten Theile bekannt geworden. Über dem vorderen Ende des Schlundes liegt im Kopfe ein längliches, vorn etwas spitz, hinten breit endigendes Organ, das Gehirn (Fig. 6 *g*), in dem man durch Reagentien zahlreiche Kerne mit relativ großem Nucleolus nachweisen kann. Dasselbe verbindet sich hinten mit einem dorsalen Taster (Fig. 6 *d.t*), dessen Borsten einer kreisrunden Öffnung in der Haut entspringen. Die Größe derselben ist bei verschiedenen Individuen sehr variabel; manchmal sind sie recht lang und leicht zu erkennen, während sie bei anderen Exemplaren durch ihre Kleinheit auffallen. Zum Nervensystem gehören ohne Zweifel auch noch die vier Gruppen von Tastborsten (Fig. 5, 6 *t*), welche die Mundöffnung umstellen; ihre Verbindung mit dem Gehirn vermochte ich nicht nachzuweisen. Laterale Taster, die für die Süßwasserräderthiere mit Ausnahme der Philodinäen so charakteristisch sind, fehlen bei *Paraseison*. Auch Augenflecke werden vermisst.

Das **Muskelsystem** ist in seinen Einzelheiten wegen der steten Beweglichkeit des lebenden Thieres nur schwer zu erkennen. Besonders ausgebildet ist die Längsmuskulatur, während von den

Digitized by Google

wenig entwickelten queren Bändern nur drei ziemlich breite Muskeln erwähnt zu werden verdienen, die in gleichen Abständen von einander unter der Rückenfläche des Mittelkörpers liegen und sich auch auf die dorsale Hälfte der Seiten dieses Abschnittes ausdehnen. Das für *Seison* so charakteristische System querer dünner Muskeln, welche die ganze Bauchseite des Mittelkörpers bedecken, fehlt bei *Paraseison asplanchnus* völlig. — Von den Längsmuskeln sind naturgemäß diejenigen die bedeutendsten, welche einerseits den Hals in den Mittelkörper, andererseits die hintersten Segmente in den Anfangstheil des Schwanzes zurückziehen. Der Hals kommt bei der Einstülpung stets neben die Bauchfläche, ventral vom Magen, zu liegen, da die hierbei thätigen Muskeln der unteren Körperseite mehr als dem Rücken genähert sind. Es sind dies zwei starke und (wie überhaupt alle Muskeln) glatte Bänder (Fig. 1 m^4), welche jederseits den Mittelkörper durchziehen und sich bis in das dritte Halssegment verfolgen lassen. Sie entspringen etwas hinter der Mitte des Rumpfes und werden nach hinten in demselben jederseits durch zwei dicht neben einander liegende Muskeln (Fig. 1 m^5) fortgesetzt. Betrachtet man den *Paraseison* von der Bauchseite, so sieht man außerhalb der eben beschriebenen contractilen Züge jederseits einen anderen von schwächerem Umfange liegen, der aber nur die vordere Hälfte des Mittelkörpers durchzieht. Innerhalb der mit m^4 bezeichneten Halsretractoren befinden sich ferner noch zwei dünne Muskeln, die an der Halsbasis beginnen und neben der Medianlinie der Bauchfläche bis tief in den Schwanz vordringen. — Von den Zurückziehern der Schwanzsegmente sind jederseits im Thier zwei vornehmlich entwickelt, deren Verlauf aus Fig. 1 (m^8 und m^6) ersichtlich ist. Wie weit sie nach hinten sich ausdehnen, habe ich zu untersuchen versäumt. Dorsal von ihnen spannen sich noch zwei Bänder jederseits aus, von denen das eine (m^7) zart und kurz ist, während das andere (m^9) eigentlich aus zwei Muskeln besteht, die im Winkel auf einander treffen und von denen der vordere sich durch Kürze und Breite auszeichnet. Außer den genannten enthält der Schwanz noch einige andere Muskeln, welche die hintersten Segmente einstülpen. So das in Fig. 4 und 7 mit m^{13} bezeichnete Band (es bildet möglicherweise die Fortsetzung von m^8 oder m^6), so wie m^{14} und m^{15}. — An den großen den Rumpf durchziehenden Muskel m^4, der sich in der Mitte des dritten Halsringes inserirt, schließt sich nach vorn m^2 (Fig. 2) an, dessen vordere Anheftungsstelle am Grunde des Kopfes liegt. Dieser Muskel zieht die beiden

Digitized by Google

ersten Halssegmente nach hinten und wird hierbei unterstützt von den kleineren Bändern m^1 und m^3 (Fig. 2), deren Lage und Stellung die Zeichnung veranschaulicht. Alle die so eben beschriebenen Längsmuskeln sind paarig vorhanden und links und rechts symmetrisch angeordnet. Dies gilt auch von den 3 kurzen Adductoren, welche den vordersten Theil des Kopfes nach hinten einstülpen. Zwei derselben (Fig. 6 m^{10} und m^{11}) liegen dorsal vom Kauapparate, das dritte Paar (m^{12}) unter diesem.

Nachdem wir im Vorhergehenden die Organisation des *Paraseison asplanchnus* möglichst genau geschildert haben, lässt sich die Beschreibung der drei anderen Species desselben Genus, welche an den Nebalien des Neapeler Golfes vorkommen, mit wenigen Worten erledigen, denn sie gleichen bis auf einzelne Punkte jener Art völlig.

II. *Paraseison nudus* n. sp.

Diese Form unterscheidet sich, so weit mir auffiel, besonders durch den völligen Mangel der vier Tastborstengruppen, welche bei der gewöhnlichen Art den Mund umstellen; demnach hat sich bei dieser Art keine Spur eines Räderapparates erhalten, eine Erscheinung, die in der Classe der Rotatorien zu den größten Seltenheiten gehört. Außerdem hat der Kopf eine etwas andere Gestalt als bei *Par. asplanchnus*, indem derselbe sich vorn stark verjüngt, so dass die Mundöffnung auf der Spitze eines kleinen Kegels zu liegen kommt. Diese Species ist sehr viel seltener als *Par. asplanchnus* und mir nur in zwei weiblichen Thieren zu Gesicht gekommen. Die Maße eines derselben waren in mm: Kopf 0,12; Hals (fast ausgestreckt) 0,12; Rumpf 0,18; Schwanz 0,2.

III. *Paraseison proboscideus* n. sp.

besitzt ebenfalls, wie die vorige Art, keine Mundtaster; dagegen ist der Kopf durch einen kleinen nackten Rüssel ausgezeichnet, welcher oberhalb der Mundöffnung liegt und als ein Tastorgan zu fungiren scheint. Ich glaube beobachtet zu haben, dass dieser Rüssel durch einen zarten Strang (Canal?) mit dem gelblich grünen Körper, dessen ich schon bei *Par. asplanchnus* Erwähnung gethan habe, in Verbindung stand. Der Kauapparat weicht in der Gestalt etwas von dem der gewöhnlichen Art ab. In der denselben umgebenden Muskulatur erkennt man einzelne quer und parallel zu einander ange-

Digitized by Google

ordnete Bänder, die bei *Par. asplanchnus* mir nie aufgefallen sind. Völlig ausgestreckt maß das einzige Weibchen, welches ich beobachtet habe, ca. 0,76 mm.

IV. *Paraseison ciliatus* n. sp.

Diese Art habe ich nur zweimal lebend, dagegen vielfach an conservirtem Material untersuchen können. Sie erinnert in einigen Punkten sehr an *Seison Grubii* Claus, so dass ich Anfangs im Zweifel war, ob sie nicht mit dieser Form identisch wäre. Wie die genannte Species besitzt sie links und rechts von der Mundöffnung je einen starken Büschel von Cilien, durch deren lebhafte Bewegung die Nahrung des Thieres herbeigespült wird. Tastborsten in der Umgebung des Mundes sind dagegen nicht vorhanden. Eine weitere Übereinstimmung mit den eigentlichen Seisoniden liegt darin, dass die Matrix der Cuticula zu beiden Seiten der Bauchfläche des Mittelkörpers zwei Streifen von veränderter Beschaffenheit aufweist. Jedes dieser Längsbänder ist ungefähr 0,017 mm breit und trägt eine große Zahl querer, paralleler und sehr zarter Fibrillen, zwischen denen relativ viele Kerne liegen. Diese querstreifigen Partien erstrecken sich bei den *Seison*-Arten über die ganze Bauchseite des Rumpfes, während sie bei unserem Thier den größten Theil derselben in unveränderter Structur zwischen sich fassen. In allen anderen Organisationsverhältnissen herrscht dagegen völlige Übereinstimmung mit den schon beschriebenen *Paraseison*-Arten: ein Enddarm fehlt, das Wassergefäßsystem gabelt sich im Mittelkörper in einen breiten und einen schmalen Ast, im Hinterkopfe liegen nur zwei flaschenförmige Drüsen, die im Anfangstheile des Halses in den Schlund münden, und im sogenannten Ductus ejaculatorius, dessen Wandung keine Musculatur erkennen lässt, finden sich eine Menge jener vorhin als Spermatophoren gedeuteten flaschenförmigen Gebilde. Auch das Gebiss und die Dimensionen der verschiedenen Körperabschnitte verhalten sich wie bei *Par. asplanchnus*.

V. Über die systematische Stellung der Seisoniden und die natürlichen Gruppen der Rotatorien.

Das in dieser Abhandlung beschriebene neue Genus *Paraseison* weicht von der schon bekannten Gattung *Seison* zwar in manchen Einzelheiten ab, doch sind dieselben so geringer Natur, dass über die enge Verwandtschaft beider kein Zweifel herrschen kann. Eine

Digitized by Google

erneute Untersuchung der bei Triest an Nebalien vorkommenden Ectoparasiten wird außerdem vermuthlich einige bis jetzt nur an *Paraseison* beobachtete Befunde, wie z. B. den dorsalen Taster, eine größere Anzahl von Zitterflammen und einen ventralen Ast des im Mittelkörper befindlichen Theiles des Wassergefäßsystems nachzuweisen vermögen. Über die Stellung, welche das Genus *Saccobdella* zu diesen beiden Gattungen einnimmt, werden weitere Untersuchungen zu entscheiden haben, da unsere Kenntnisse von dieser Thierform gegenwärtig noch sehr unvollkommen sind und wir dieselbe nur vorläufig und vermuthungsweise mit *Seison* und *Paraseison* zur Familie der Seisoniden vereinigen dürfen. Die Beziehungen dieser Gruppe zu den übrigen Rotatorien sollen im Folgenden erörtert werden.

In meiner kürzlich erschienenen Arbeit über einige Ectoparasiten des *Gammarus pulex* habe ich zu zeigen gesucht, dass die bis jetzt bekannten Süßwasserrotatorien in zwei natürliche Unterabtheilungen zerfallen, welche in der allgemeinen Körperform und in vielen Organisationsverhältnissen von einander differiren. Der wichtigste Gegensatz offenbart sich im Bau der weiblichen Geschlechtsorgane. Bei der einen Gruppe der Aductifera seu Philodinaeae sind dieselben paarig, besitzen keine Ausführgänge und sind zusammengesetzt aus einer homogenen mit Kernen durchsetzten Plasmamasse[1], von der sich bestimmte Portionen nach und nach abschnüren und als Eier in die Leibeshöhle fallen. Bei der anderen sind die Geschlechtsorgane unpaar, werden aber aus zwei verschieden functionirenden Abschnitten gebildet, von denen der eine (Eierstock) die zu den Eiern heranwachsenden Zellen enthält, während der zweite (Dotterstock) bloß das für die Entwicklung nöthige Nährmaterial liefert. Diese Familie der Ductifera, welcher die weitaus meisten Genera angehören, besitzt stets einen besonderen im Rücken ausmündenden Leiter der Zeugungsstoffe. Das Nervensystem bietet einen weiteren durchgreifenden Unterschied zwischen beiden Abtheilungen dar. Die Ductiferen lassen stets[2] zwei laterale und ein oder zwei dorsale Tastborstenbüschel erkennen, während den Philodinaeen nur die letzteren zukommen. Auch die marinen Rotatorien, über welche neuere Untersuchungen freilich noch nicht vorliegen, fügen sich, so weit ich nach Betrachtung einiger Gattungen (*Brachionus, Pterodina, Colurus, Synchaeta, Furcularia* und Philodinäen) hierüber urtheilen

[1] Cf. den Nachtrag am Schlusse der Abhandlung

[2] Hiervon macht nur *Conochilus* eine Ausnahme.

Digitized by Google

kann, ungezwungen in diese natürlichen Gruppen ein, da sie von ihren Verwandten im süßen Wasser nur unerheblich abweichen. Allein die drei an *Nebalia* schmarotzenden Genera unterscheiden sich so sehr von allen übrigen Rotatorien, dass sie im Gegensatz zu diesen zu einer dritten Familie vereinigt werden müssen. Unzweifelhaft stehen jedoch die Seisoniden den Philodinäen näher als den Ductiferen. Mit jenen theilen sie die langgestreckte wurmähnliche Gestalt und die Fähigkeit, die vordersten und hintersten Scheinsegmente fernrohrartig in einander zu schieben. Die Kleborgane des Schwanzes bilden in beiden Abtheilungen eine größere Anzahl von Drüsen, während die Ductiferen nur zwei aufweisen oder sie gänzlich verloren haben, und ferner ist ihnen im Nervensystem der Mangel der lateralen Taster gemeinsam. Da nun, wie die primitive Beschaffenheit des Räderapparates der Philodinäen es wahrscheinlich macht, diese Familie noch verhältnismäßig viele der für die Urform der ganzen Classe charakteristischen Eigenschaften bewahrt hat, so dürfen wir auch annehmen, dass die Seisoniden sich relativ früh von der Wurzel des Stammbaumes der Räderthiere abgezweigt haben. Ein weiterer sich hieraus ergebender Schluss, der natürlich, wie alle derartige phylogenetische Speculationen, mit der nöthigen Reserve aufzunehmen ist, würde dann der sein, dass die weiblichen Sexualorgane der Rotatorien ursprünglich paariger Natur waren, und demnach der unpaare Geschlechtsapparat der meisten Glieder dieser Classe als etwas secundär Erworbenes anzusehen ist. Diese Ansicht wird gestützt durch den Bau der Geschlechtsorgane bei *Pterodina patina* Ehr., einer Species, deren Gattung — wie ich dies schon früher hervorgehoben habe — zu den wenigen Ductiferen gehört, bei der mehrere primitive Organisationsverhältnisse sich erhalten haben: die Pterodinen besitzen den einfachen doppelzeiligen Strudelapparat der Philodinäen, ihr Wassergefäßsystem hat noch keine contractile Blase entwickelt und der lange Schwanz endigt mit demselben Wimperbüschel, welcher die Jugendformen der im Alter festsitzenden Ductiferen (*Lacinularia, Melicerta* und Verwandte) auszeichnet. Sie haben ferner einen hufeisenförmigen Dotterstock, dessen Schenkel an ihrem hinteren Ende je einen Eierstock von gewöhnlicher Beschaffenheit tragen, der auf der linken Körperseite schwach, auf der rechten stärker entwickelt ist und nur auf dieser zu functioniren scheint. Diese Duplicität der Eierstöcke macht es sehr wahrscheinlich, dass die beiden Schenkel des Dotterstockes ursprünglich auch getrennt waren und erst nachträglich verwuchsen. Ein eben so gestalteter Dotterstock findet sich

Digitized by Google

auch noch bei einigen Species des Genus *Asplanchna*, das im Übrigen sehr von *Pterodina* differirt. Die Schenkel desselben sind hier im Verhältnis zur Vereinigungsstrecke so lang, dass man unwillkürlich zu der Annahme einer ursprüglichen Duplicität gedrängt wird, obwohl der im Scheitelpunkt beider Schenkel gelegene Eierstock unpaar ist. Die genannten beiden Gattungen vermitteln demnach hinsichtlich des Baues der weiblichen Geschlechtsorgane den Übergang von den beiden älteren Familien der Philodinäen und Seisoniden zu der mehr modificirten jüngeren der Ductiferen. — Diese Ansicht über die phylogenetische Entwicklung der natürlichen Gruppen der Rotatorien stößt nur auf eine Schwierigkeit. Der Kauapparat der Seisoniden schließt sich eng an den typischen Bau dieses Organes bei den Ductiferen an, weicht aber beträchtlich von dem der Philodinäen ab. Nach Gosse[1] kann man bei der Mehrzahl der Räderthiere im Gebiss einen centralen aus zwei »Rami« zusammengesetzten »Incus« und zwei seitliche »Mallei« unterscheiden, Theile, die sich auch bei *Paraseison* sofort erkennen lassen. Bei den Philodinäen hingegen sind diese Knöchelchen zu zwei gerippten Kauplatten verschmolzen, wie sie in ganz ähnlicher Ausbildung auch bei manchen Melicertiden wiederkehren. Diese Thatsachen lassen zu ihrer Erklärung zwei Hypothesen zu; entweder war das Gebiss des Archirotators nach Art des jetzt bei den Philodinäen vorliegenden und entwickelte sich daraus, unabhängig von einander, bei zwei verschiedenen Abtheilungen oder — und dies halte ich für wahrscheinlicher — dasselbe zeigte von Anfang an den noch jetzt bei der Mehrzahl der Räderthiere vorhandenen Bau, aus dem dann durch Verwachsung der jeder Körperseite angehörigen Chitinleisten die zwei Kauplatten hervorgingen, die wir jetzt bei den Philodinäen und einigen Ductiferen antreffen.

Zum Schluss möge hier noch eine gedrängte Zusammenstellung der wichtigsten anatomischen Befunde zur Unterscheidung der bis jetzt bekannten Genera und Arten aus der Familie der Seisoniden folgen; sie entspricht naturgemäß nur dem gegenwärtigen Standpunkte unseres Wissens und wird vielleicht schon in kurzer Zeit Änderungen unterworfen werden müssen.

Charakteristik der Familie der Seisoniden.

Langgestreckte, wurmartige Thierchen von $^1/_2$—3 mm Größe, in beiden Geschlechtern von gleichem Bau, so dass der sexuelle Di-

[1] Ph. H. Gosse, Manducatory organs of Rotifera. Phil. Trans. Roy. Soc. 1856.

Digitized by Google

morphismus nur in dem Geschlechtsapparat erheblich zum Ausdruck kommt. Die Männchen sind etwas kleiner als die Weibchen und nicht ganz so häufig. Der Körper zerfällt in vier aus Scheinsegmenten gebildete Abschnitte, die von vorn nach hinten als Kopf, Hals, Mittelkörper und Schwanz unterschieden werden und, mit Ausnahme der beiden letzten, scharf von einander abgesetzt sind. Der Hals kann in seiner ganzen Länge in den Rumpf zurückgezogen werden, dessen Ventralfläche er sich in diesem Falle anschmiegt. Der Räderapparat ist entweder nur in rudimentärer Form vorhanden oder fehlt völlig. Das lange, enge Schlundrohr mündet in das vordere Ende des Kauapparates ein, so dass dieser einen sackartigen, ventralen Anhang des Ösophagus bildet. Im Kopfe zwei dorsale und zwei bauchständige, langgestielte, birnförmige Drüsen, welche vor dem Mastax resp. in denselben ihr Secret entleeren. Schleimbereitende Zellen ähnlicher Art auch im Hinterkopfe und Halse. Magen langgestreckt, mit zwei Drüsen am vorderen Ende, aus großen polygonalen Zellen gebildet, die innen keine Cilien tragen. Geschlechtsorgane paarig, aber mit einem dorsalen, gemeinschaftlichen Ausleiter, der beim Männchen an der Übergangsstelle von Hals und Mittelkörper, beim Weibchen am hinteren Ende des Rumpfes sich öffnet. Die Ovarien bestehen aus zahlreichen, deutlich gesonderten Eiern, sind daher nicht in Eierstock und Dotterstock differenzirt. Der männliche Sexualapparat ist von complicirtem Bau und lässt verschiedene Partien, die als Samenblase, Vas deferens und Ductus ejaculatorius gedeutet werden, unterscheiden. Zwei mit »Zitterflammen« versehene Wassergefäße durchziehen Kopf, Hals und Mittelkörper und münden zusammen mit den Geschlechtsorganen aus. Charakteristisch für dieselben ist 1) die Ausbildung einiger Strecken zu dünnwandigen, anderer zu dickwandigen Canälen und 2) der Mangel einer contractilen Blase. Zum Nervensystem gehört ein dorsalwärts im Kopfe gelegenes Ganglion, das einen dorsalen Taster trägt. Laterale Taster fehlen. Die Längsmusculatur ist stark, die quer verlaufende schwach entwickelt; sie ist überall glatt. Der Schwanz umschließt eine Anzahl langgestielter, birnförmiger Klebdrüsen, die am hintersten Körperpole ausmünden. Ebendaselbst liegt ventralwärts eine durch einen kurzen vorspringenden Canal ausmündende Blase von zweifelhafter Bedeutung. Die Thiere leben ectoparasitisch auf den *Nebalia*-Arten des Mittelmeeres und der Nordsee, vornehmlich an deren Kiemenblättern. Sie kriechen spannerraupenartig umher und setzen die Eier in Gruppen ab. Bei

Digitized by Google

Beginn der Entwicklung treten 1—2 Richtungskörper auf; alle Stadien derselben werden im Ei durchlaufen. Besondere Dauer- (Winter-) eier kommen nicht vor.

I. Genus: *Seison* Grube.

Mit einem Enddarm, welcher mit dem Excretionsorgan ausmündet und daher die Afteröffnung in beiden Geschlechtern an verschiedenen Körperstellen aufweist. Räderapparat rudimentär, aus zwei am vordersten Körperpole gelegenen Cilienbüscheln gebildet. In der hinteren Hälfte des Kopfes 5—6 flaschenförmige Zellen, deren Ausführgang in den Vordertheil des Halses tritt. Die Geschlechtsorgane des Weibchens sind ventral vom Magen gelagert. Die Wassergefäße gabeln sich nicht im Rumpfe. Der Ductus ejaculatorius des Männchens besitzt in seiner Wandung eine wohl ausgebildete Musculatur und führt wellenförmige Bewegungen aus. An der rechten Seite bildet derselbe ein lappenförmiges Divertikel und gegenüber auf der linken einen mehrtheiligen drüsigen Körper. Keine Spermatophoren. Der Schwanz endet hinten mit einer Haftscheibe. Die ganze Bauchseite des Rumpfes wird von einer großen Zahl querer Muskelfäden bedeckt und erhält dadurch ein streifiges Aussehen. Im adriatischen Meere bei Triest.

1) *Seison Grubii* Claus.

Mittelleib ungeringelt, Hals aus drei Segmenten gebildet.

2) *Seison annulatus* Claus.

Der Mittelleib zerfällt in ein großes Stück und vier folgende kurze Glieder; der Hals weist mehr als drei Ringe auf.

II. Genus: *Paraseison* n. g.

In beiden Geschlechtern ohne Enddarm. Räderapparat entweder wie bei *Seison* oder bloß auf einige Tastborsten reducirt oder völlig fehlend. Im Hinterkopfe nur zwei flaschenförmige Drüsen, welche im Anfangstheile des Halses in den Schlund einmünden. Geschlechtsorgane im Männchen und im Weibchen lateral oder dorsal vom Magen liegend, nur ausnahmsweise ventral von ihm verschoben. Jedes Wassergefäß mit 5 Zitterflammen und vorn im Rumpfe einen dünnwandigen, blind endigenden Seitenast abgebend. Der Ductus ejaculatorius des Männchens mit glatter Wandung, ohne Bewegungen und besondere Seitenorgane, mit zahlreichen flaschenförmigen Sper-

Digitized by Google

matophoren. Der Schwanz endigt nicht mit einer Haftscheibe, sondern der hintere Körperpol hat die Form einer Halbkugel, die mit einer Reihe kleiner Zähnchen, zwischen denen die Klebdrüsen ausmünden, besetzt ist. Im Golfe von Neapel.

1) *Paraseison asplanchnus* n. sp.

Durchschnittliche Größe ausgewachsener Weibchen: 1 mm. Ohne eigentlichen Räderapparat, aber mit vier um die Mundöffnung herumstehenden Büscheln von Tastborsten. Gewöhnlichste Art.

2) *Paraseison nudus* n. sp.

Größe: 0,6 mm. Kopf ohne irgend welche Spur von einem Räderapparat, auch ohne Mundtastborsten. Derselbe verjüngt sich nach vorn, so dass die Mundöffnung auf der Spitze eines kleinen Kegels zu liegen kommt. Selten.

3) *Paraseison proboscideus* n. sp.

Größe: 0,75 mm. Kopf ohne Reste eines Räderapparates, ohne Tastborsten am Munde, dagegen mit einer kleinen, oberhalb der Mundöffnung sitzenden, rüsselförmigen Ausstülpung der Haut, welche als Tastorgan dient. Selten.

4) *Paraseison ciliatus* n. sp.

Größe: ca. 1 mm. Vermittelt den Übergang zur Gattung *Seison*, indem der Räderapparat wie bei diesem Genus ausgebildet ist und sich außerdem auf der Bauchseite des Rumpfes zwei Längsstreifen, die aus vielen parallelen Muskelfädchen zusammengesetzt sind, vorfinden. Nicht selten.

An diese beiden genauer bekannten Gattungen reiht sich das nur ungenügend untersuchte

III. Genus: *Saccobdella* Van Beneden u. Hesse.

Saccobdella nebaliae Van Ben. u. H.

Größe: 2—3 mm. Der Hinterleib endigt mit zwei gestielten Saugscheiben. Hals aus fünf ungefähr gleich langen Segmenten, Schwanz aus vier Ringen zusammengesetzt. Mundöffnung auf der Unterseite des Kopfes nicht weit vom vorderen Rande. Der Darm soll den ganzen Körper in der Medianlinie durchziehen. Die Körperfärbung ist ein sehr helles Blau. Die Eier besitzen einen kleinen Stiel, mehrere derselben können zu einer buschartigen Gruppe vereinigt werden. In der Nordsee.

Borkum, im August 1886.

Digitized by Google

Nachtrag. Die von mir früher (Zeitschr. f. wiss. Zool. 43. Bd. p. 230 ff.) aufgestellte Behauptung, auf die ich auch in der vorstehenden Arbeit Bezug genommen habe, dass die Geschlechtsorgane der weiblichen Philodinäen nicht in einen Keimstock und Dotterstock zerfallen, hat sich neuerdings als ein Irrthum herausgestellt. Ich fand den Keimstock bald nach Vollendung des Manuscripts dieser Arbeit an einigen Philodinäen, die zum Studium dieser Organe sich besser eigneten als die früher von mir untersuchte *Callidina parasitica* Gigl. Ich kann daher jetzt die inzwischen von Tessin („Über Eibildung und Entwicklung der Rotatorien". Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 44. 1886. p. 273 ff.) und Zelinka („Studien über Räderthiere. I. Über die Symbiose und Anatomie von Rotatorien aus dem Genus *Callidina*". Ibid. p. 396 ff.) gegebenen Schilderungen des Keimdotterstockes in diesem Punkte völlig bestätigen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 8.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Paraeison asplanchnus*; es bezeichnet in denselben:

a	Öffnung der Geschlechtsorgane,	*o*	Mundöffnung,
d.ej	Ductus ejaculatorius.	*oe*	Schlund,
dr	Drüsen des Kopfes und Halses,	*ov*	Ovar,
d.t	dorsalen Taster,	*st*	Magen,
du	Ausführgang der weiblichen Geschlechtsorgane,	*t*	Mundtaster,
e	Ei,	*te*	Hoden,
f	Fußdrüsen,	*v.d*	Vas deferens,
g	Gehirn,	*wg*	Wassergefäß,
m	Muskel,	*x* u. *y*	zweifelhafte Organe,
ma	Kauapparat,	*z*	Zitterflamme.

Fig. 1. Weibliches Thier. 230/1.
Fig. 2. Hals. 550/1.
Fig. 3*. Durchschnitt durch die Cuticula des Rumpfes.
Fig. 4*. Das hintere Ende des Schwanzes.
Fig. 5*. Das vordere Ende des Kopfes von vorn gesehen.
Fig. 6. Kopf. 550/1.
Fig. 7*. Schwanz.
Fig. 8*. Der Kauapparat von der Seite gesehen.
Fig. 9*. Der Kauapparat von unten gesehen.
Fig. 10 *a* u. *b*. Abgelegte Eier. 23/10.
Fig. 11. Geschlechtsorgane und Wassergefäßsystem im Rumpfe eines Weibchens 230/1.
Fig. 12. Spermatophor nach Behandlung mit Kalilauge.
Fig. 13. Spermatophor im natürlichen Zustande.
Fig. 14. Rechtes } Ovarium.
Fig. 15. Linkes }
Fig. 16. Rumpf des Männchens. 550/1.

Die mit * bezeichneten Abbildungen sind in beliebiger Vergrößerung gezeichnet worden.

Digitized by Google

Helminthologische Bemerkungen.

Von

Dr. Fritz Zschokke

in Aarau.

In den Monaten December und Januar 1885/86 war ich damit beschäftigt, mir an der Zoologischen Station in Neapel das zu einer größeren Arbeit über Anatomie und Histologie der Cestoden nöthige Material zu sammeln. Neben mannigfaltigen Formen von Bandwürmern fand ich in den Seefischen eine große Anzahl von Trematoden, Acanthocephalen und Nematoden, und wenn auch die beschränkte Zeit mich daran hinderte, meine Nachforschungen weiter auszudehnen, so war ich doch im Stande, einige Notizen über Vorkommen und Verbreitung der parasitischen Würmer zu sammeln und besonders zu LINSTOW's »Helminthologie« manchen Zusatz festzustellen.

Im Ganzen konnte ich 72 Arten von Fischen untersuchen — 20 Selachier, 1 Ganoide und 51 Teleosteer — wovon 53 mit parasitischen Würmern inficirt waren (18 Selachier, 1 Ganoide und 34 Teleosteer). Von den 119 parasitenfreien Arten hatte ich meistens nur wenige Exemplare zur Verfügung, so dass mein Befund in dieser Hinsicht keine absolute Geltung haben kann; dagegen muss ich hervorheben, dass bei 34 der 53 inficirten Arten kein einziges Exemplar von Parasiten unbewohnt war. Von 257 untersuchten Fischen waren nur 73 gänzlich frei. Die Verhältnisse gestalten sich hierbei wie folgt:

	Untersuchte Exemplare.	Frei.	Inficirt.
Selachier:	96	14	82
Ganoide:	1	—	1
Teleosteer:	160	60	100
	Untersuchte Arten.	**Frei.**	**Inficirt.**
Selachier:	20	2	18
Ganoide:	1	—	1
Teleosteer:	51	17	34

Digitized by Google

Es geht aus diesen wenigen Zahlen hervor, dass bei den Selachiern die parasitischen Würmer ungleich mehr verbreitet sind, als bei den Teleosteern.

In allen Fischen zusammen fand ich 77 Arten Parasiten: 38 Cestoden, 16 Trematoden, 3 Acanthocephalen und 20 Nematoden.

Die Cestoden lebten fast ausschließlich in den Haien und Rochen. 27 Arten fanden sich nur in den Selachiern, eine in *Acipenser sturio*, und 6 in den Teleosteern, meist larväre Formen. Vier Arten endlich sind den verschiedenen Gruppen gemeinsam, so dass die Knochenfische den Larvenzustand, die Haie und Rochen die ausgewachsene Form beherbergen.

Von den 18 inficirten Selachierarten war nur eine frei von Bandwürmern, während von den 34 Teleosteern nur 16 inficirt waren.

Die Trematoden vertheilen sich ziemlich gleichmäßig auf 18 Fischarten (7 Haie und Rochen und 11 Knochenfische). Für die ersteren sind charakteristisch 4, für die letzten 12 Formen.

Die drei Acanthocephalen bewohnten zwei Selachier- und eine Teleosteerart; zwei Arten »*Echinorhynchus*« fanden sich in beiden Gruppen, eine ausschließlich bei den Knochenfischen.

Die Nematoden endlich werden von 32 Wirthen beherbergt (7 Selachiern, 25 Teleosteern). Nur drei Arten gehören den Haien und Rochen, 17 den Knochenfischen an.

Fassen wir die so erhaltenen Resultate zusammen, so finden wir, dass die untersuchten Selachier 40 Arten parasitische Würmer lieferten. Es gehören dieselben ihrer großen Mehrzahl nach zu den ausgewachsenen Cestoden. Die Teleosteer dagegen waren von 42 Arten, meist Trematoden, Nematoden, Acanthocephalen und einigen larvären Cestoden bewohnt. 34 Arten sind ausschließlich bei Haien und Rochen, 36 bei Knochenfischen constatirt worden, 6 waren beiden Gruppen gemeinsam.

Wir können also einstweilen sagen, dass bei den Selachiern die parasitischen Würmer nicht nur ihrer Individuen-, sondern auch ihrer Artenzahl nach verhältnismäßig viel verbreiteter sind als bei den Teleosteern, und dass in beiden Fischgruppen eine fast gänzlich verschiedene Helminthenfauna existirt. Nur sehr wenige Formen sind gemeinsam.

Wegen aller Einzelheiten siehe die folgende Liste.

1. *Hexanchus griseus.*

Phyllobothrium gracile Wedl. Valvula spiralis.
Rhynchobothrium erinaceus V. Ben. Valvula spiralis.

Digitized by Google

Distomum veliporum Creplin. Magen.
Onchocotyle appendiculata Dies. Kiemen.

2. *Heptanchus griseus.*

Phyllobothrium gracile Wedl. Valvula spiralis.
Orygmatobothrium Dohrni Oerley. Valvula spiralis.
Rhynchobothrium erinaceus V. Ben. Valvula spiralis.
Tetrarhynchus megacephalus Rud. Bauchhöhle.
Distomum veliporum Creplin. Magen.

3. *Scymnus lichia.*

Orygmatobothrium Dohrni Oerley. Valvula spiralis.
- spec.? Valvula spiralis.
Rhynchobothrium erinaceus v. Ben. Valvula spiralis.
Tetrarhynchus spec.? Leibeshöhle.
Distomum veliporum Creplin. Magen.

4. *Centrophorus* spec.?

Symbothrium fragile Dies.? Valvula spiralis.

5. *Acanthias vulgaris.*

Calliobothrium coronatum Dies. Valvula spiralis.

6. *Scyllium stellare.*

Calliobothrium coronatum Dies. Valvula spiralis.
Monorygma perfectum V. Ben. Valvula spiralis.
Rhynchobothrium paleaceum Rud. Valvula spiralis.
- spec.? Valvula spiralis.
Acanthocheilus bicuspis Dies. Magen.

7. *Scyllium canicula.*

Tetrarhynchus megacephalus Rud. Leberoberfläche.
Acanthocheilus bicuspis Dies. Magen und Duodenum.

8. *Galeus canis.*

Anthobothrium cornucopiae V. Ben. Valvula spiralis.
Tetrarhynchus megacephalus Rud. Leibeshöhle.
Rhynchobothrium tenuicolle Dies. Valvula spiralis.
Agamonema capsularia Dies. Frei im Magen.

9. *Mustelus vulgaris.*

Orygmatobothrium Dohrni Oerley. Valvula spiralis.
- spec.? Valvula spiralis.
Calliobothrium verticillatum Rud. Valvula spiralis.
- *Eschrichtii* V. Ben. Valvula spiralis.
Anthobothrium musteli V. Ben. Valvula spiralis.
Rhynchobothrium corollatum Rud. Valvula spiralis.
- *tenuicolle* Dies. Valvula spiralis.

Digitized by Google

Distomum megastomum Rud. Magen.
Acanthocheilus quadridentatus Molin. Magen, Darm.

10. *Mustelus laevis.*

Calliobothrium verticillatum Rud. Valvula spiralis.
- *Eschrichtii* V. Ben. Valvula spiralis.
Tetrabothrium spec.? Valvula spiralis.
Anthobothrium musteli V. Ben. Valvula spiralis.
Phyllobothrium lactuca V. Ben. Valvula spiralis.
Orygmatobothrium spec.? Valvula spiralis.
- *Dohrni* Oerley. Valvula spiralis.
Rhynchobothrium corollatum Rud. Als Larve in der Darmwandung eingekapselt.
- *tenuicolle* Dies. Valvula spiralis.
Distomum megastomum Rud. Magen und Valvula spiralis.
Echinorhynchus pristis Rud. Valvula spiralis.
Acanthocheilus quadridentatus Molin. Darm.

11. *Squatina* spec.?

Phyllobothrium thridax V. Ben. Valvula spiralis.
Cephalocotyleum Squali squatinae Rud. Valvula spiralis.
Rhynchobothrium tenuicolle Dies. Valvula spiralis.

12. *Trygon pastinaca.*

Echinocephalus uncinatus Molin. Magen.

13. *Myliobatis aquila.*

Echeneibothrium Myliobatis aquilae Wedl. Valvula spiralis.
Echinorhynchus urniger Duj.? Valvula spiralis.

14. *Raja asterias.*

Cephalocotyleum Rajarum Rud. Valvula spiralis.
Callicotyle Kroyeri Dies. Rectum und Harnblase.
Agamonema spec.? Darm.

15. *Raja* spec.?

Anthobothrium cornucopiae V. Ben. Magen.
- *crassicolle* Wedl. Valvula spiralis.
Cephalocotyleum Rajarum Rud. Valvula spiralis.

16. *Dasybatis clavata.*

Echeneibothrium gracile mihi. Valvula spiralis.
Rhynchobothrium crassicolle Dies. Valvula spiralis.
- *paleaceum* Rud. Larve im Peritoneum.
- *tenue* Wedl. Valvula spiralis.
Acanthocheilus bicuspis Dies. Darm.

Digitized by Google

17. *Torpedo ocellata.*

Calliobothrium coronatum Rud. Valvula spiralis.
- *filicolle* mihi. Valvula spiralis.
Onchobothrium uncinatum Rud. Valvula spiralis.
Tetrarhynchus discophorus Rud.? Darm.

18. *Torpedo marmorata.*

Calliobothrium filicolle mihi. Valvula spiralis.
Tetrabothrium longicolle Molin. Valvula spiralis.
Anthobothrium auriculatum Rud. Valvula spiralis.
Phyllobothrium gracile Wedl. Valvula spiralis.
Distomum veliporum Creplin. Magen.

19. *Acipenser sturio.*

Amphilina foliacea Wag. Darm.

20. *Hippocampus brevirostris.*

Ascaris constricta Rud. Leibeshöhle.

21. *Orthagoriscus mola.*

Bothriocephalus microcephalus Rud. Darm.

22. *Conger vulgaris.*

Rhynchobothrium paleaceum Rud. Larve im Peritoneum eingekapselt.
Gasterostomum armatum Molin. Darm.
Agamonema capsularia Dies. Peritoneum.

23. *Ophidium barbatum.*

Scolex polymorphus Rud. Darm.
Distomum cristatum Rud. Darm.
Ascaris Ophidii barbati Rud. Darm.

24. *Phycis blennioides.*

Bothriocephalus angustatus Rud. Darm.
Tetrarhynchus spec.? Darmwandung, eingekapselt.
Agamonema spec.? Darmwandung, eingekapselt.

25. *Motella vulgaris.*

Distomum ventricosum Rud. Darm.

26. *Arnoglossus laterna.*

Agamonema capsularia Dies. Peritoneum.

27. *Rhomboidichthys mancus.*

Scolex polymorphus Rud. Darm.
Distomum cristatum Rud. Darm.
Echinorhynchus pumilio Rud.? Darm.
Ichthyonema fuscum Rud. Leibeshöhle.
Ascaris collaris Rud. Leibeshöhle.

Digitized by Google

28. *Solea monochir.*

Ascaris linguatulae Rud. Leber.

29. *Solea vulgaris.*

Cephalocotyleum Soleae Rud. Darm.

Distomum Soleae Duj. Darm.

30. *Solea impar.*

Cephalocotyleum Soleae Rud. Darm.

31. *Labrus turdus.*

Tetrarhynchus Merlangi vulgaris Dies. Peritoneum, eingekapselt.

Echinorhynchus urniger Duj.? Leibeshöhle.

Ascaris Labri lusci Rud. Leibeshöhle.

32. *Labrus merula.*

Tetrarhynchus Merlangi vulgaris Dies. Peritoneum.

Agamonema spec.? Peritoneum.

33. *Serranus hepatus.*

Agamonema Serrani cabrillae Dies. Peritoneum.

34. *Serranus cabrilla.*

Agamonema Serrani cabrillae Dies. Peritoneum.

35. *Serranus scriba.*

Agamonema Serrani cabrillae Dies. Peritoneum.

36. *Cantharus vulgaris.*

Agamonema spec.? Peritoneum.

37. *Box boops.*

Scolex polymorphus Rud. Darm.

38. *Pagellus erythrinus.*

Distomum scabrum Zeder. Darm.

Heligmus spec.? Duj. Darmwandung, eingekapselt.

39. *Trigla gurnardus.*

Rhynchobothrium paleaceum Rud. Larve im Peritoneum.

40. *Trigla lineata.*

Agamonema Lophii piscatorii Wedl. Leibeshöhle.

41. *Dactylopterus volitans.*

Distomum rufoviride Rud. Magen.

Agamonema Lophii piscatorii Wedl. Peritoneum.

42. *Lepidopus caudatus.*

Rhynchobothrium erinaceus V. Ben. Larve im Peritoneum.

\- *paleaceum* Rud. Larve im Peritoneum.

Tetrarhynchus grossus Rud. Leibeshöhle.

\- *discophorus* Rud.? Magen.

\- spec.? Peritoneum.

Digitized by Google

Echinorhynchus pristis Rud. Darmwandung.
Agamonema capsularia Dies. Peritoneum.

43. *Zeus faber.*

Echinorhynchus urniger Duj.? Leibeshöhle.
Agamonema Zei Wedl. Peritoneum.

44. *Xiphias gladius.*

Tristomum papillosum Dies. Kiemen.

45. *Gobius niger.*

Scolex polymorphus Rud. Darm.

46. *Gobius auratus.*

Echinorhynchus urniger Duj.? Darm.
Agamonematodum Alausae Molin. Darm.

47. *Gobius quadrimaculatus.*

Scolex polymorphus Rud. Darm.
Nematoideum Gobii Rud. Peritoneum.

48. *Gobius cruentatus.*

Scolex polymorphus Rud. Darm.
Echinorhynchus pumilio Rud.? Darm.
Nematoideum Gobii Rud. Peritoneum.

49. *Blennius ocellaris.*

Distomum pulchellum Rud. Darm.

50. *Cepola rubescens.*

Distomum filiforme Rud. Darm.
Nematoideum Cepolae rubescentis Rud. Peritoneum.

51. *Atherina hepsetus.*

Ascaris Atherinae Rud. Duodenum.

52. *Lophius piscatorius.*

Scolex polymorphus Rud. Darm.
Tetrarhynchus spec.? Peritoneum, eingekapselt.
Distomum hystrix Duj. Duodenum.
- *cesticillus* Molin. Darm.
Rhipidocotyle gracilescens Rud. Duodenum.
Agamonema capsularia Dies. Peritoneum.
Ascaris rigida Rud. Darm.

53. *Lophius budegassa.*

Scolex polymorphus Rud. Darm.

Die Bestimmungen der Parasiten wurden mit möglichster Genauigkeit unter Benutzung der einschlägigen Litteratur gemacht. Immerhin war es in manchen Fällen unmöglich, zu einem definitiven Resultat zu gelangen. In der obigen Liste sind die nur annähernd

Digitized by Google

zu bestimmenden Formen mit einem »?« versehen. Was speciell die Cestoden anbetrifft, so habe ich die in den DIESING'schen »Revisionen« eingeführte Nomenclatur beibehalten. Doch muss ich schon jetzt bemerken, dass ich in meiner demnächst zum Drucke gelangenden Arbeit mehrere Änderungen in der Systematik der Bandwürmer vorschlagen werde: so eine Vereinigung der Genera *Calliobothrium*, *Onchobothrium* und *Acanthobothrium*; eine Umgestaltung der Gattungen *Tetrabothrium*, *Phyllobothrium*, *Orygmatobothorium* etc. Die von mir neugeschaffenen Arten werde ich ebendaselbst beschreiben. Ferner muss »*Scolex polymorphus*« nunmehr definitiv als Jugendzustand der Calliobothrien angesehen werden[1], und ist OERLEY's »*Orygmatobothrium Dohrni*« in »*Phyllobothrium Dohrni*« umzutaufen, denn es gehört sowohl in natura betrachtet, als auch nach des Entdeckers Beschreibung und Zeichnung zu letzterem Genus. Auch die Behauptung OERLEY's (»Entozoen der Rochen und Haie« Természetr. Füzetek Vol. 9. 1885 No. 2. p. 216—220.): »Eine auffallende Eigenthümlichkeit der Selachiercestoden ist ihre Kleinheit. Sogar in den größeren Haien, wie *Cacharias* und *Heptanchus*, trifft man nie über 10 cm lange Arten. Im Allgemeinen steht ihre Länge in umgekehrtem Verhältnis zu der Größe ihrer Wirthe«, kann ich nicht unterschreiben.

Ich traf oft Cestoden verschiedener Arten, die bis 30 und 40 cm lang waren. Eben so war sehr oft ein und derselbe Wirth von hunderten von Exemplaren ein und derselben Cestodenart inficirt, was OERLEY als Seltenheit zu betrachten scheint.

Bemerken muss ich noch, dass ich *Agamonema capsularia* Dies. eingekapselt im Peritoneum von *Lepidopus caudatus*, *Lophius piscatorius*, *Conger vulgaris*, *Arnoglossus laterna* etc. fand. Frei lebend traf ich genau denselben Parasiten im Magen eines *Galeus canis*, der außerdem zwei halbverdaute Exemplare von *Conger* in sich schloss.

---

[1] Siehe meine Mittheilung in: »Compte rendu des travaux présentés à la soixante-neuvième session de la société helvétique des sciences naturelles«. Genève 1886. p. 136.

Digitized by Google

Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeers.

1. Mittheilung.

Von

Dr. Richard Semon

in Jena.

Mit Tafel 9 und 10.

Während eines neunmonatlichen Aufenthalts an der Zoologischen Station zu Neapel bot sich mir im Laufe anderweitiger Untersuchungen und theilweise durch diese veranlasst Gelegenheit, Beobachtungen über die Synaptiden des Golfes zu sammeln. In dieser Arbeit sollen im Wesentlichen nur Thatsachen mitgetheilt werden; die leitenden Gesichtspunkte, die mich zur Beobachtung und Untersuchung der hier mitgetheilten, zuweilen scheinbar ziemlich heterogenen Dinge bewegten, gedenke ich in anderem Zusammenhange und von anderen Ausgangspunkten aus zu entwickeln.

Systematik.

Im Mittelmeer sind bisher, wie aus den neuesten Verzeichnissen ersichtlich (Ludwig 6 p. 564 und Carus 2 p. 110), aus der Familie der Synaptiden nur drei Vertreter, und zwar sämmtlich der Gattung *Synapta* zugehörig, bekannt geworden. Während zwei dieser Species (*Synapta digitata* Mntg. und *Synapta inhaerens* Düb. et Kor.) häufig gefunden und beschrieben, auch systematisch hinreichend fixirt sind, ist die dritte Art, *Synapta hispida* Heller, allein von dem Entdecker (4 p. 71) in einem einzigen Exemplar bei Lesina gefunden und bloß mit Berücksichtigung der Körperhaut und der Kalkkörper beschrieben worden. Ich fand auch diese *Synapta* mehrfach in Neapel; doch nur ein einziges Mal ein Exemplar mit unversehrtem Kopfende, sonst

Digitized by Google

immer nur Bruchstücke des Rumpfes. Weiter unten werde ich eine Ergänzung der HELLER'schen Beschreibung liefern.

Außer den drei Synapten fand ich ferner im Golf von Neapel eine *Chirodota*. Für das Mittelmeer war eine solche noch nicht bekannt. JOHANNES MÜLLER (9 p. 18) sagt bei Erörterung der Frage, welcher Holothurie die von ihm entdeckte und als Holothurienlarve erkannte »Auricularia mit Kalkrädchen« zugehört: »Unter diesen Umständen ist es am wahrscheinlichsten, dass unser Thierchen mit Kalkrädchen eine noch nicht beobachtete, dem Mittelmeer eigene wahre *Chirodota* ist. Oder es müssten die Kalkrädchen in unseren Thierchen nur vorübergehende Bildungen sein und später in der Haut dieser Thiere andere Kalkbildungen auftreten«.

Dass von den beiden angegebenen Möglichkeiten die letztere die richtige sei, hat später BAUR (1) bewiesen; er fand nämlich ein Entwicklungsstadium der Holothurie, in welchem das Thier neben den für die Auricularia charakteristischen Kalkrädchen die der Gattung *Synapta* eigenen Anker und in der Bildung seiner Tentakel den Speciescharakter der *Synapta digitata* aufweist. MÜLLER hat aber andererseits in zwei Punkten Recht: erstens, dass eine noch nicht beobachtete, dem Mittelmeer eigene wahre *Chirodota* existirt, und zweitens, dass ein gewisser genetischer Zusammenhang besteht zwischen den Rädchen der *Chirodota* und denen der Auricularia, wenn auch kein directer ontogenetischer, wie MÜLLER ihn annahm. Auf diesen Punkt komme ich am Schlusse dieser Mittheilung zurück.

Von den vier Synaptiden im Golf ist *Synapta inhaerens* am gemeinsten, *Synapta digitata* wird nicht ganz so häufig gefunden; *Synapta hispida* und die vierte Form, die ich *Chirodota venusta* nennen will, sind außerordentlich selten.

Die drei Synapten sind vornehmlich Bewohner des Sandbodens und mit organischem Detritus durchsetzten Schlammes. *Synapta inhaerens* wurde zuweilen auch im Wurzelgeflecht der Seegräser gefunden. Die Artcharaktere der *Synapta digitata* und *inhaerens*, die sich vorwiegend auf die Zahl der Tentakel, die Zahl und Anordnung der Fiederchen auf jenen und die Form und Größe der Kalkkörper beziehen, sind hinreichend präcisirt und brauchen hier nicht weiter erörtert zu werden[1]. Bei näherer Bekanntschaft lernt man die Arten auch ohne genauere Untersuchung unterscheiden. Unzerstückelte größere Exemplare von *Synapta digitata* sind ausgestreckt durchschnittlich 300—350 mm lang, häufig auch länger. Ist das Thier zerstückelt,

[1] cf. CARUS (2 p. 110).

Digitized by Google

so kann man seine Länge annähernd aus dem Querdurchmesser berechnen, der sich zum Längsdurchmesser etwa wie 1 : 40 verhält. Merkwürdig ist, dass man fast nie kleinere Exemplare von *Synapta digitata* findet, und in Neapel wenigstens fast alle kleinen Synapten der Species *inhaerens* angehören. Die größeren Exemplare dieser letzteren Holothurienart erreichen durchschnittlich eine Länge von 100 mm. Der Querdurchmesser steht dazu in gleichem Verhältnis wie bei *digitata*. *Synapta hispida* habe ich, wie erwähnt, fast nur in Fragmenten erhalten. Sie scheint sehr lang zu werden, vielleicht länger als *Synapta digitata*, bleibt aber dabei viel dünner.

Während *Synapta inhaerens* hellröthlich durchscheinend ist, sind die beiden anderen größeren und weniger transparenten Synapten stärker pigmentirt, besonders auf der Dorsalseite. Das Pigment bildet hier gelbe und, wo es dichter zusammenliegt, bräunliche Tupfen. Hierdurch erhält die Rückenseite der Thiere die größte Ähnlichkeit mit der Farbe des Meeresgrundes, den sie bewohnen. Sterben die Thiere ab, so ändert sich die Farbe des Pigments und die Thiere werden rothbraun. Dasselbe wird durch Einlegen in Alkohol und schwache Säuren erzielt. Alkohol extrahirt das Pigment nur sehr langsam; durch Sublimat wird es in wenigen Augenblicken zerstört.

In der Haut der *Synapta hispida* sieht man weiße Tupfen; diese entstehen dadurch, dass die sehr großen Kalkgebilde die Hautpartien, unter denen sie liegen, papillenartig vorwölben. Anker und Platten der *Synapta hispida* sind von enormer Größe, manche Anker über 1 mm lang und leicht mit bloßem Auge wahrnehmbar. Die Kalkkörper aller drei Species sind genügend beschrieben und abgebildet worden. Man findet auch absolute Maßangaben über ihre Größe, die indessen ziemlich geringen Werth besitzen, da die Größenverhältnisse der ausgebildeten Kalktheile individuell und selbst bei demselben Thier bedeutend schwanken. Die Kalkanker der *Synapta hispida* sind mehr als doppelt so groß, wie die der *Synapta inhaerens*, und etwa viermal so groß, wie die der *Synapta digitata*. Bei allen drei Species steht der Anker mit der Platte in einem Winkel von etwa 45°, und stets ist die Ankerspitze nach der Oberfläche der Haut zu gerichtet Was im Übrigen die Form der Kalkgebilde anlangt, so verweise ich für *Synapta digitata* und *inhaerens* auf die Litteratur[1]. Auf Taf. 10 Fig. 16 *a—o* habe ich die Entwicklung der Anker und Platten von *Synapta inhaerens* abgebildet, auf Taf. 9

[1] Vgl. die guten Diagnosen in Carus (2 p. 110) und besonders Heller (4), ferner die Arbeiten von Baur (1) und Quatrefages (18).

Digitized by Google

Fig. 5 *a* einen Anker von *S. hispida*. Außerdem finden sich in den fünf Ambulacren, und besonders zahlreich in die fünf Längsmuskeln eingeschaltet, die von J. MÜLLER beschriebenen »biscuitförmigen« Kalkkörperchen. In der Wandung der Tentakel liegen bei allen Synapten und besonders dicht bei der von mir gefundenen *Chirodota* gekrümmte und eigenthümlich gezackte Kalkstäbe (Taf. 10 Fig. 14).

Synapta hispida besitzt wie ihre beiden mittelländischen Gattungsgenossen 12 Tentakel. Dieselben sind nicht wie bei *Synapta digitata* gefingert, sondern wie bei *inhaerens* gefiedert, und zwar derart, dass auch bei ihr die Spitze aus einem unpaaren Fiederchen besteht. Jeder Tentakel des einzigen Kopfstücks, das ich nach langem Suchen erhalten habe, besitzt 17 Fiederchen. Anker sowohl wie Platten sind sehr groß, viele über 1 mm lang. In Fig. 5 *a* ist ein Anker abgebildet. Man sieht dort, dass derselbe am Unterende und zwar an der der Platte abgewendeten Fläche (vgl. Fig. 16) einen ansehnlichen Buckel besitzt, wie ihn QUATREFAGES schon ähnlich für die Anker von *Synapta inhaerens* beschrieben und abgebildet hat. Auch die Platten ähneln denjenigen von *Synapta inhaerens* und entbehren gleich ihnen der stielförmigen Verlängerung des Hinterendes. Sie unterscheiden sich durch ihre bedeutendere Größe und die größere Zahl der Löcher, von denen sie durchbohrt werden. HELLER giebt an, dass diese Löcher keinen gezähnelten Rand besitzen, ferner dass die Ränder der Anker gegen die Spitze hin glatt seien. Beide Angaben sind für die von mir untersuchten Exemplare unzutreffend. Im Übrigen aber stimmt HELLER's Beschreibung und Abbildung so gut mit der von mir bei Neapel gefundenen *Synapta* überein, dass ich sicher bin, dieselbe Species vor mir zu haben, und glaube, HELLER ist in einen Irrthum verfallen, weil er zu wenig Exemplare untersucht hat. Wie man sich nämlich durch Betrachtung der Fig. 16 *a—n* überzeugen kann, tritt die Zähnelung erst zuletzt bei der Entwicklung der Anker und Platten der Synapten auf, und so ist es auch bei *Synapta inhaerens* bei jedem Exemplare möglich, viele ungezähnelte Anker und Platten aufzufinden[1].

Der Kalkring bestand bei dem von mir untersuchten Kopfstück aus 12 Stücken von ungewöhnlich schwacher Entwicklung.

Der Darm bildet die gewöhnliche Schlinge. Ein Steincanal ist vorhanden und im dorsalen Mesenterium festgelegt. Es findet sich eine POLI'sche Blase; Wimpertrichter sitzen vereinzelt auf dem Me-

[1] Auch an vielen Ankern von *Synapta digitata* ist bei stärkerer Vergrößerung eine Zähnelung wahrzunehmen.

Digitized by Google

senterium und in Gruppen auf dem Peritonealüberzug der Leibeswand rechts und links von der Anheftungslinie des Mesenteriums.

Die Geschlechtsorgane waren zur Zeit, wo ich die Thiere untersuchte, noch wenig entwickelt. Es sind zwei gablig getheilte Schläuche, welche die gewöhnliche Lage zu den beiden Seiten des Mesenteriums einnehmen.

Die vierte Synaptide des Golfes ist *Chirodota venusta* n. sp. Sie lebt ausschließlich in dem dicht verfilzten Wurzelgeflecht der Seegräser (Posidonia Caulini Kön.). Das Thierchen wurde bisher nur an zwei Stellen aufgefunden, in der kleinen Bucht von S. Pietro e due frati und am Capo di Posilipo, und zwar immer zwischen Seegräsern zusammen mit *Balanoglossus*, Anneliden und ab und zu *Synapta inhaerens*, nie im Sande und Schlamm, dem Lieblingsaufenthalt der *Synapta inhaerens* und dem ausschließlichen Aufenthalt der *digitata* und *hispida*. Das Thier ist an beiden Fundorten ganz außerordentlich selten. Während der vier Monate Juni bis September 1886 fand ich trotz eifrigen und oft wiederholten Suchens nicht ganz 20 Exemplare, obwohl ich bei meinen Bemühungen von dem wohlgeschulten Personal der Zoologischen Station in dankenswerthester Weise unterstützt wurde.

Chirodota venusta (Taf. 9 Fig. 1) hat die gewöhnliche, wurmförmig-langgestreckte Gestalt der Synaptiden. Das größte Exemplar, das ich erhielt, maß gut ausgestreckt in der Längsachse 27 mm, im Querdurchmesser 1 mm. Die Mehrzahl meiner Exemplare war aber erheblich (mehr als die Hälfte) kleiner. Alle Maßangaben bei so unzureichender Menge des Materials haben nur sehr relativen Werth, zumal bei Thieren, die man wie die Synaptiden fast nur in mehr oder weniger zerstückeltem Zustande zur Untersuchung erhält; auch wechseln die Maße mit dem Contractionszustand des Thieres. So viel scheint aber sicher zu sein, dass hier eine sehr kleine Form vorliegt, da, wie ich gleich hervorheben will, die Geschlechtsorgane sämmtlicher Exemplare mit großen, der Reife nahen Eiern strotzend gefüllt waren. Also haben wir es mit ausgebildeten, wenn auch vielleicht nicht völlig ausgewachsenen Thieren zu thun. Das ganze Geschöpf ist ziemlich durchscheinend, die Haut hat durch bräunliche, sehr kleine Pigmenttupfen, die vereinzelt, nicht wie bei den drei echten Synapten in Gruppen stehen, einen hellröthlichen Schimmer. Die Dorsalseite ist äußerlich nicht ausgezeichnet. Papillen zur Aufnahme der Kalkkörper, wie sie viele der übrigen Chirodoten oft in so charakteristischer Anordnung besitzen, fehlen gänzlich. Die Kalkkörper sind

Digitized by Google

regellos in der Cutis zerstreut, mit der Beschränkung, dass die durch den Verlauf der fünf Nervenstämme gekennzeichneten Hauptradien fast ganz frei bleiben. Biscuitförmige Kalkkörper in den Hauptradien wie bei den Synapten finden sich nicht. Am Kopfende des Thieres liegen die Kalkkörper, besonders die Rädchen am dichtesten. Zwei Arten von Kalkkörpern sind vorhanden und bei demselben Thier in allen Entwicklungsstadien aufzufinden: Rädchen und Krummstäbe (Taf. 10 Fig. 8 *a—f* und Fig. 15 *a—e*). Hierzu kommen die eigenthümlich gebogenen und gezackten Stäbe, die sich im Bindegewebe der Tentakel finden (Fig. 14) und nur unbedeutend von den entsprechenden der Synapten unterschieden sind. Bei *Chirodota vemusta* finden sie sich aber zahlreicher, so dass sie eine Art von Kalkmantel um die Tentakelhohlräume bilden, deren Achse sie parallel liegen.

Die Rädchen schwanken sehr bedeutend in ihrer Größe; die größten haben, vollständig ausgebildet, durchschnittlich einen Durchmesser von 0,08 mm, doch trifft man eben so ausgebildete von erheblich kleineren Dimensionen an. Anfangs ist nur das Mittelstück vorhanden, an das sich später die sechs Radien anlegen. Noch später entwickelt sich über letzteren ein zweites Radiensystem, das von der Peripherie zum Centrum zu wächst und dort mit jenem zusammenstößt. Die peripherischen Enden des Doppelradiensystems vereinigen sich endlich zu einem übergekippten Rande. Über die etwas schwierigen Verhältnisse der beiden Radiensysteme zu einander und den eigenthümlich gewölbten Bau des ganzen Rädchens wird man sich leichter als durch Beschreibung durch Betrachtung der Abbildungen und besonders durch Vergleichung der verschiedenen Entwicklungszustände klar werden. Die Rädchen liegen stets mit ihrer Concavität nach der Oberfläche des Thieres zu gewendet. Außer den Rädchen besitzt auch diese *Chirodota* jene eigenthümlichen Gebilde, die man sigmaförmige genannt hat. Ihre Größe ist außerordentlich schwankend. Die Länge der größeren beträgt durchschnittlich 0,1 mm. Das eine Ende pflegt wie ein Bischofstab eingerollt, das andere einfach gekrümmt zu sein; stets aber sind die Krümmungsebenen der beiden Enden verschiedene, auf einander etwa senkrechte. Dadurch wird die Function dieser Gebilde als Haftklammern bei der Fortbewegung des Thieres, welche sie gleich den Rädchen zweifelsohne ausüben, merklich erhöht.

Das Thier besitzt 10 Tentakel, die auf die 10 Stücke des Kalkringes alternirend d. h. so aufgesetzt sind, dass jeder Tentakel mit seiner Basis auf den Enden je zweier Kalkringstücke aufsitzt, ein

Digitized by Google

Verhältnis, wie es bei *Synapta* schon längst bekannt ist. Auf die genaueren Verhältnisse und die Bedeutung dieser Einrichtung komme ich in meiner zweiten Mittheilung ausführlicher zurück. Die 10 Stücke des Kalkringes sind bei *Chirodota venusta* einander vollkommen an Größe und Structur gleich; sie sind sämmtlich undurchbohrt (Taf. 9 Fig. 2). Die fünf Radialnervenstämme treten nach ihrem Austritt aus dem Nervenring über und nicht durch den Kalkring zur Körperwandung. In den letzterwähnten Punkten besteht also ein bemerkenswerther Unterschied zwischen dieser *Chirodota* (so wie wahrscheinlich allen anderen) und den echten Synapten. Die Tentakel sind ähnlich gefiedert wie diejenigen der *Synapta inhaerens*, mit dem Unterschiede, dass bei *Chirodota* auch die Spitze in zwei symmetrische Fiederchen ausgezogen ist, während sie bei *Synapta inhaerens* und *hispida* stets unpaar bleibt. Die Fiederchen an der Spitze sind die größten und ältesten. Später treten immer central symmetrisch die neuen Anlagen der Fiederchen auf. Mein größtes Exemplar besitzt an jedem Tentakel sechs Fiederchen, kleinere vier, die kleinsten nur zwei. Manchmal tragen bei demselben Thier einige Tentakel zwei, andere vier Fiederchen, ohne dass in diesem Vorkommen eine Regel zu beobachten wäre.

In seinem übrigen Bau zeigt unser Thier keinerlei bemerkenswerthe Unterschiede von den Structurverhältnissen, wie sie die übrigen Synapten aufweisen. Einige bei allen Synaptiden noch nicht hinreichend aufgeklärte Punkte werden im anatomischen Theil der Arbeit erörtert werden, besonders die Wimpertrichter der Leibeshöhle und die BAUR'schen Bläschen. Letztere sind ebenfalls bei dieser *Chirodota* in 10facher Zahl vorhanden und besitzen hier wie bei allen Synaptiden auch beim entwickelten Thier als Inhalt ein oder mehrere mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen, die sich in zitternder Bewegung befinden. Es ist also unrichtig, sie als rückgebildete Organe anzusehen. Nähere Angaben hierüber folgen später. Bei den größeren Exemplaren finde ich an der Tentakelbasis auch einige der von HAMANN (3) als Sinnesknospen erkannten Gebilde (Saugnäpfe der älteren Autoren)[1]. Bei allen Exemplaren, die ich untersuchte, war die POLI'sche Blase und der Steincanal in der Einzahl vorhanden. Der Darm verläuft im Ganzen gerade durch den Körper, ohne eine Schlinge zu bilden. Sämmtliche Thiere waren der Geschlechtsreife nahe. Der Bau der hermaphroditischen Geschlechtsorgane bietet

[1] Es ist unstatthaft, dass LAMPERT (5) heute noch von »Saugnäpfen« spricht, die sich an den Tentakeln von *Synapta digitata* befinden sollen.

Digitized by Google

nichts von anderen Synapten Abweichendes. Die Eier sind von besonderer Größe und sehr dotterreich.

Es ist hier am Platze, etwas näher auf die systematische Stellung der oben beschriebenen *Chirodota* einzugehen. LAMPERT (5) hat sich durch übersichtliche Zusammenstellung der Holothuriensystematik und Sichtung der weit verstreuten Litteratur ein großes Verdienst erworben. Leider hat er davon Abstand genommen, eine einschneidende Reform der Gattungseintheilungen vorzunehmen, deren besonders die Gattung der Chirodoten und Verwandten in hohem Maße bedürftig ist, und die am besten in einer derartigen umfassenden Monographie erfolgt wäre. Was zum Beispiel sind die unterscheidenden Gattungscharaktere zwischen *Chirodota* und *Myriotrochus*? Nach der LAMPERT'schen Darstellung doch lediglich das Vorhandensein der Hautpapillen bei jenem und das Fehlen derselben bei diesem Genus. Dann aber müsste *Chirodota dunedinensis* ohne Zweifel in die Gattung *Myriotrochus* aufgenommen werden. (Auch *Chirodota venusta* gehörte dann dorthin.) Will man die Gattungen *Myriotrochus* (Steenstrup) und *Trochoderma* (Théel) von *Chirodota* abspalten, so müsste man auch neue Gattungen für diejenigen Arten bilden, die neben den Rädchen Anker (*Chirodota australiana*), Halbmonde oder Krummstäbe (Sigmastäbe) führen. Auch *Chirodota pygmaea* und *violacea* wären in eine neue Gattung zu stellen, weil dort nach J. MÜLLER (9) die Rädchen an Fäden zusammenhängen. Scheut man sich aber, auf in der That so geringfügige Charaktere hin neue Gattungen zu schaffen, so ist es vorläufig am besten, alle rädchenführenden Synaptiden Chirodota zu nennen und zur Bequemlichkeit der systematischen Bestimmung Unterabtheilungen zu bilden. In einer solchen Unterabtheilung wären dann *Chirodota dunedinensis* Parker, *C. venusta*, *Myriotrochus Rinkii* Steenstr. und *M. brevis* Huxley als Chirodoten zu vereinigen, welche Hautpapillen entbehren und deren Kalkkörper zerstreut in der Haut liegen, bei *Myriotrochus Rinkii* auf sogenannten Hautstielen und in reichlicherer Menge auf der Rücken- als auf der Bauchseite. *Chirodota dunedinensis* Parker scheint der *venusta* nahe zu stehen. Abweichend ist nur — so weit überhaupt Angaben über sie vorliegen — dass die Nebenäste (Fiederchen), deren sie an jedem Tentakel 10 trägt[1], gegen das freie

[1] Wahrscheinlich ist hier wie für viele Synaptiden die Zahl der Fiederchen durchaus nicht constant und schwankt individuell und mit dem Alter der Exemplare. Sehr constant ist die Vierzahl der fingerförmigen Anhänge des Tentakels von *Synapta digitata*.

Digitized by Google

Ende hin an Größe abnehmen. Bei *Chirodota venusta* verhält sich dies gerade umgekehrt.

Biologisches.

Über die Lebensweise der Synaptiden sind wir einigermaßen durch die vortrefflichen Beobachtungen von QUATREFAGES (13) unterrichtet; einiges Neue glaube ich hinzufügen zu können.

Die Synapten finden sich in sehr verschiedener Tiefe: von Plätzen an, die mehrere Stunden lang von der Ebbe trocken gelassen werden, bis zu einer Tiefe von 160 Meter (cf. PETIT 12). Über ihr Vorkommen im Golf wurden schon oben Angaben gemacht. Man nimmt allgemein an, sämmtliche Synapten lebten unterirdisch im Sande und seien in Folge dieser Lebensweise degenerirt. In der That lieben es die Thiere[1], sich im Sande zu verkriechen, und zwar geschieht dies so, dass, wenn das Thier sich in Sicherheit fühlt, das Kopfende aus dem Sande herausgestreckt, bald etwas zurückgezogen wird, und dasselbe Spiel mit den Tentakeln stattfindet, wie wir es bei den Cucumarien leicht beobachten können. PETIT wundert sich darüber, dass er im Gegensatz zu QUATREFAGES die Thiere stets umgekehrt mit dem Kopf senkrecht nach unten und dem Hinterende nach oben im Sande stecken fand. Das ist aber ganz natürlich. Er sammelte die Thiere zur Zeit der Ebbe, wo sie ohne Zweifel, wenn die oberen Sandschichten auszutrocknen beginnen, der Tiefe zustreben und das die wichtigsten Organe enthaltende Kopfende in den tieferen, feuchteren Sandschichten zu verbergen suchen.

Ich glaube jedoch, man irrt, wenn man die Thiere als vorwiegend unterirdische ansieht. Sie besitzen nämlich ein Merkmal, welches sehr deutlich beweist, dass sie einen großen Theil ihres Lebens auf, nicht unter dem Sande zubringen. Es ist dies die sehr ausgesprochene Mimicry des Meerbodens, welche die beiden größeren Arten, *Synapta digitata* und *hispida* auf ihrer Dorsalseite, die normalerweise beim Kriechen nach oben gekehrt wird, erkennen lassen. Dass *Synapta inhaerens*, die weit kleiner und durchsichtiger ist, als ihre beiden Gattungsgenossen, dieses Schutzes entbehrt, ist nicht wunderbar und deutet nicht etwa darauf hin, dass diese Thiere eine andere Lebensweise führen. Denn wie WEISMANN (17 p. 87 ff.)

[1] Hier ist immer von *Synapta digitata* und *inhaerens* die Rede. Über Lebensweise der beiden anderen Synaptiden habe ich wegen ihrer Seltenheit keine Beobachtungen anstellen können.

Digitized by Google

so überzeugend für die Schmetterlingsraupen bewiesen hat, steht das Vorhandensein und die Stärke derartiger Schutzfärbungen in directem Verhältnis zu der Größe und dem zufolge der Auffälligkeit der Thiere.

Vielleicht möchte man die erwähnte Schutzfärbung für etwas Zufälliges ansehen, weil man meint, die Holothurien und Synapten besäßen absolut keine Feinde.

Dies ist aber sicher unrichtig. Besonders schmackhafte Bissen scheinen die Cucumarien und anderen füßigen Holothurien allerdings nicht zu sein, und ein *Blennius ocellaris*, der sonst nach Allem schnappte und Triglen, die dreimal größer waren, als er selbst, Stücke Fleisch aus dem Körper riss, verschluckte zwar eine *Cucumaria Köllikeri*, die ich ihm zuwarf, spie sie aber sofort mit sichtlichem Widerwillen aus. Anders aber die Seesterne. Zwar scheinen sie die Muscheln jeder anderen Nahrung vorzuziehen, jedoch sind sie durchaus keine Kostverächter für Fischfleisch, und fressen im Aquarium von Neapel die Holothurien mit bestem Appetit. Einmal fand ich einen *Astropecten*, der eben begonnen hatte einen *Echinus microtuberculatus* trotz seiner Stacheln zu verzehren, und als ich einmal ein langes, zwar noch lebendes aber im Absterben begriffenes Stück von *Synapta hispida* in ein Aquarium legte, hatte sich nach 10 Minuten ein *Astropecten*, der vergraben im Sande lag, darüber hergemacht, und schon ein ansehnliches Stück des mit sehr großen und spitzen Ankern bewaffneten Thieres in seinen Magen hineingezogen. Dieser Fall ist doppelt interessant, weil hier höchst wahrscheinlich der Seestern durch den Geruch an seine Beute geleitet wurde.

Andere Seesterne[1] scheinen sich mehr durch das Gesicht leiten zu lassen und sehr wahrscheinlich ist den Synapten diesen schlimmen Feinden gegenüber die Schutzfärbung recht nützlich. Manchen Thieren gegenüber, wohl vor Allem ihren Wohngenossen, den Anneliden, sind die Anker und anderen spitzen Kalkgebilde der Synapten eine gute Waffe. Als ein anderes Schutzmittel ist wohl auch die bekannte Fähigkeit der Thiere, sich zu zerstückeln, anzusehen. Wird das Thier an einer beliebigen Körperstelle fest ergriffen, so löst es das Hinterende bis zu dem ergriffenen Punkte ab, was ungemein rasch geschehen kann, und das freigewordene Kopfstück vergräbt sich eilig im Sande. Doch ist dies möglicherweise nicht der einzige Zweck und Grund der Zerstückelung.

[1] Von den Seesternen, die ich beobachten konnte, lieben *Astropecten* und *Luidia* sich im Sande zu vergraben. *Asterias*, *Echinaster*, *Ophidiaster*, *Chaetaster*, *Palmipes* pflegen dies nie zu thun.

Digitized by Google

Es ist sehr merkwürdig, dass die Thiere bei ihrem Kriechen durch und auf dem Sande und über ihre Artgenossen hinweg niemals hängen bleiben, sofort aber zu haften anfangen, wenn man sie unsanft berührt.

Die Fähigkeit anzuhaften scheint also dem Willen des Thieres unterworfen zu sein. Es ist bisher noch Niemand gelungen, Muskeln aufzufinden, welche die Stellung der Kalkgebilde regulirten, und höchst wahrscheinlich sind solche auch nicht vorhanden. Ich vermuthe daher, dass die Fähigkeit des Thieres sein Haftvermögen zu suspendiren, in einer stetig stattfindenden Schleimabsonderung der Haut beruht. Wird das Thier gereizt oder stirbt es ab, so sistirt die Schleimabsonderung, das früher gebildete Secret wird rasch von dem umgebenden Meerwasser fortgewaschen, und das Thier beginnt mittels der nun frei vorstehenden Spicula zu haften[1].

Dies ist vorläufig nur eine Hypothese; aber diese wird, wie mir scheint, einigermaßen gestützt durch die von HAMANN (3) gefundene Thatsache, dass sich in der Haut der Thiere zwei Arten von Drüsenzellen befinden, und ferner durch meine Beobachtung, dass von den Synapten in der That Schleim abgesondert wird. Liegen die Thiere nämlich im Sande vergraben, das Kopfende vorgestreckt, so geschieht es zuweilen, dass sie die selbstgebildeten Höhlungen verlassen, ohne dass letztere hinter ihnen einstürzen. Dies widerspricht einer Angabe von QUATREFAGES, ist von mir aber ganz sicher beobachtet worden. Versucht man nun durch Einbohren eines runden Bleistifts eine ähnliche Höhlung im Schlamm unter Wasser herzustellen, so misslingt selbst bei größter Behutsamkeit dieser Versuch stets und vollkommen, und der Canal stürzt regelmäßig bei Wegziehen des Bleistiftes in sich zusammen. Die Haltbarkeit der Synaptaröhre kann also nur durch ein chemisches Bindemittel hervorgerufen sein, und wahrscheinlich ist dies derselbe Schleim, welcher das Haftvermögen nach dem Belieben des Thieres suspendirt.

Man sieht die Thiere häufig sich mit ihren Tentakeln an glatten

[1] Das Haftvermögen des Körpers, das »Kletten«, ist durch das Hervorstehen der Kalkspicula bedingt, die, wie man sich bei *Synapta hispida* ganz leicht durch directe Beobachtung überzeugen kann, diese Wirkung hervorbringen, indem sie die obersten Hautschichten hervorwölben, ohne sie ganz zu durchbrechen. SEMPER irrt, wenn er aus letzterem Grunde die Betheiligung der Anker bei dem Anhaften und der Locomotion leugnet. Die Stärke des Haftvermögens ist proportional der Größe der Spicula (*S. hispida* > *inhaerens* > *digitata*). Das Kletten dauert auch nach dem Tode des Thieres fort; es verschwindet sogleich, wenn man den Kalk durch Säuren auflöst. Scharf hiervon zu sondern ist das Ankleben der Tentakel, auf das ich unten zurückkomme.

Digitized by Google

Glaswänden anheften, und kleine Steine und andere Dinge damit zum Munde führen. Es hat geradezu den Anschein, als ob sie sich mit ihren Tentakeln beliebig ankleben könnten; aber ich glaube kaum, dass dies wirklich vermittels einer klebrigen Masse geschieht, die etwa abgesondert würde.

Im Sand- oder Carminschlamm bleiben die Tentakel stets vollkommen rein; nur wenn die peripheren Theile abzusterben beginnen, so kleben kleine Schmutzpartikelchen an der Oberfläche fest. Beobachtet man das Thier bei seinen Manipulationen unter dem Mikroskop, so sieht man, wie es die Theile, die es anheften will, mit sehr bedeutender Kraft an die Glaswand andrückt. Ich glaube, die Anheftung geschieht, indem hierdurch bei Nachlassen des Druckes an verschiedenen Stellen zwischen Glaswand und der unebenen elastischen Haut der Tentakel leere Räume oder wenigstens Räume entstehen, in denen das Wasser sich unter geringerem Druck befindet als das umgebende Medium. So erfolgt die Anheftung bei fast allen Echinodermen, so lange sie noch jung sind, und man kann leicht ontogenetisch und auch vergleichend-anatomisch alle Übergänge von dieser einfachsten Anheftungsvorrichtung bis zum ausgebildeten Saugnapf auffinden. Ähnliche Entwicklungsreihen lassen sich auch bei anderen Thierklassen aufstellen.

In den Tentakeln sehen wir bei diesen niedrig organisirten Thieren eine ganze Summe von vegetativen und animalen Functionen vereinigt. Von ersteren ist vor Allem die Respiration hervorzuheben, der die Tentakel in exquisitem Maße dienen. In den Tentakelhohlräumen herrscht eine außerordentlich lebhafte Circulation; fortdauernd sieht man in raschem Tempo die Blutkörperchen durch die Wimpern der Gefäßwandung von der Basis zu den Endspitzen der Tentakel emporgewirbelt werden.

Indem dann von der Basis immer neue Blutkörperchen an den Wänden entlang gegen die Spitze vorgeschoben werden, bildet sich dort ein Rückstrom, der natürlich da, wo er keinen Widerstand findet, nämlich central, läuft und die Blutkörperchen in den Ringcanal zurückführt. In neueren Arbeiten wird immer nur von der locomotorischen Function der Tentakel gesprochen; diese respiratorische ist mindestens eben so wichtig.

Ferner dienen die Tentakel dem Anheften, d. h. die Synaptide heftet den Tentakel an einen Körper und zieht sich entweder zu diesem, oder wenn der Körper klein ist, letzteren zu sich heran. In ersterem Fall entsteht Locomotion, im zweiten Ergreifen von Sand

Digitized by Google

und Nahrungstheilchen. Da nun die Synapten fast ausschließlich auf Boden leben, der mit feinkörnigem und wenig festem Sande bedeckt ist, so würden sie fast immer in die Lage kommen, die umgebenden Sandtheilchen zu sich, statt sich selbst zu jenen heranzuziehen, wenn sie nicht von den wurmförmig peristaltischen Bewegungen des Körpers, für den die Kalkkörperchen wie Schlangenrippen wirken[1], unterstützt würden. Manchmal kriechen sie auch allein mittels jener Bewegungen ohne die Beihilfe der Tentakel.

Das Eingraben geschieht, indem mit den Tentakeln der Sand bei Seite geschafft, dann ein Stück des Körpers in dünn ausgestrecktem Zustande hineingesteckt, verdickt und so das Loch erweitert wird. Darauf drängen die Tentakel neuen Sand bei Seite, der Körper wird weiter vorgeschoben und das Spiel beginnt von Neuem. Auf diese Weise ist es einer mittelgroßen *Synapta inhaerens* möglich, sich in weniger als einer Minute vollkommen einzugraben. Niemals erfolgt das Eingraben durch Verschlingen des Sandes, wie man dies zuweilen dargestellt hat. Die Synapten scheinen überhaupt sehr wählerisch in ihrer Nahrung zu sein. Sie ergreifen die Sandkörnchen einzeln und fressen weder noch vergraben sie sich, wenn der Schlamm, in dem man sie hält, im geringsten modrig ist. In solchen Schlamm, in den sich *Arenicola* sofort und scheinbar ohne das geringste Unbehagen verkroch, und der keineswegs stinkend war, mochte sich keine einzige Synapte vergraben. Alle krochen mit sichtlichem Unbehagen auf der Oberfläche herum und schienen einen anderen Aufenthaltsort zu suchen. Dies führt zu der Vermuthung, dass die Thiere einen feinen Geschmack (resp. Geruch) besitzen; ich komme hierauf bei Besprechung der Sinnesfunctionen der Tentakel zurück.

Das Ergreifen feiner Sandkörnchen und Verschlucken derselben hat wohl den Zweck, kleine Thiere, die an diesen Partikelchen sitzen, mitzufressen. Ob die Thiere auch abgestorbene organische Theile und Detritus fressen, erscheint mir bei ihrer Empfindlichkeit gegen Fäulnis etwas zweifelhaft. Das Sandverschlucken geschieht wahrscheinlich, weil die Synapte der ganzen Einrichtung ihrer Tentakel nach wenig geschickt ist, kleine Thiere direct zu fangen und festzuhalten. Zuweilen sieht man sie allerdings das Kopfstück aus ihren primitiven Röhren herausstrecken, mit den Tentakeln spielen und dieselben durch Einbiegen gegen den Mund ablecken, ganz nach Art der Cucumarien.

---

[1] cf. Anmerkung p. 282.

Digitized by Google

Ich habe mir die Frage vorgelegt, ob die Synaptiden und andere sandfressende Bewohner des Meerbodens (pedate Holothurien, manche Echiniden, *Onchidium* etc.) vielleicht eine in manchen Beziehungen ähnliche Rolle spielen und ähnliche Wirkungen hervorbringen, wie sie uns DARWIN für die Thätigkeit der Regenwürmer demonstrirt hat. Ich bin bald zu dem Resultat gelangt, dass eine einigermaßen competente Beantwortung dieser Frage eine mindestens eben so gründliche und ins Einzelne gehende Untersuchung zur Basis haben müsste, wie DARWIN sie für die landbewohnenden Psammophagen angestellt hat.

Schalten wir zunächst den Theil der Thätigkeit aus, der bei beiden Arten von Psammophagen zweifelsohne stattfindet, aber mir im Verhältnis zu anderen Wirkungen, die einen ähnlichen Effect hervorbringen, sehr geringfügig zu sein scheint, nämlich die Abschleifung der Ecken der Gesteinsstücke durch Reibung bei Passage durch den Darm, so bleibt als Hauptfrage dieses: bereiten die Psammophagen des Meeres durch ihre Thätigkeit (Lockerung des Grundes und Mischung der organischen und anorganischen Bestandtheile) ein dem Wachsthum der auf dem Grunde wurzelnden Meerespflanzen (besonders Seegräser) günstiges Erdreich?

Anfangs war ich sehr dazu geneigt, diese Frage zu bejahen. Aber Herr SALVATORE LO BIANCO, der ein ausgezeichneter Kenner der biologischen Verhältnisse des Meeres ist, hat mir gezeigt, dass hier die Dinge doch wesentlich anders liegen als auf dem Lande. Zunächst ist im Meere der Zerfall der organischen Trümmer ein viel rapiderer, als auf dem Lande. Dies würde den angenommenen Effect im Meere weit weniger nachhaltig machen als auf dem Lande.

Ferner ist zu berücksichtigen die Wirkung der Wellen, die in der Nähe der Ufer, wo die Psammophagen mit Vorliebe sich aufhalten, eine viel vollkommnere Wirkung auf Abschleifung des Gesteins, Lockerung des Grundes und Mischung der Bestandtheile hervorbringt, als es die summirte Thätigkeit jener Thiere vermöchte. In größerer Tiefe und Ferne vom Ufer findet man dann anorganische und organische Bestandtheile ungemischt, und zwar bedeckt ein feiner Detritus das Gestein des Meerbodens. Hier wäre Raum für die Thätigkeit der Psammophagen, aber hier vermissen wir die supponirte Wirkung ihrer sonderbaren Gewohnheit. Natürlich ist durch diese sehr oberflächlichen Betrachtungen die Frage durchaus noch nicht entschieden, vielleicht regen sie aber zu genauerer Erforschung dieser interessanten und noch völlig unerforschten Verhältnisse an.

Digitized by Google

Mit Sinnen scheinen unsere Thiere ziemlich gut ausgestattet. Für den Tastsinn nimmt man anatomisch die Tentakelspitzen und die »Tastpapillen« der Haut in Anspruch.

Schon QUATREFAGES hat darauf aufmerksam gemacht, dass man die Haut der Thiere ziemlich unsanft berühren und reiben kann, ohne dass es eine Wirkung auf das Thier hervorzubringen scheint. Ich kann dies bestätigen und vermuthe bei der Stumpfheit des Tastsinns, dass die Sinneszellen der Papillen zum Theil wohl noch anderen Functionen dienen als dem Tasten. Feiner ist das Gefühl in den Tentakeln, aber immer noch erheblich gröber als bei den pedaten Holothurien, besonders den Dendrochiroten. Weit empfindlicher als gegen Berührung sind die Thiere gegen Erschütterung des Gefäßes, in dem sie sich befinden, im Ganzen, und wie QUATREFAGES fand, des Sandes in ihrer Umgebung im Freileben, sei es auch nur durch einen leichten Fußtritt, der sie regelmäßig zum Einziehen des Kopfes unter den Sand veranlasste. Vielleicht sind es die sogenannten »BAUR'schen Hörbläschen«, die dazu geschickt sind, derartige Erschütterungen wahrzunehmen. Ich habe mannigfache Versuche angestellt und kann QUATREFAGES nur vollkommen beistimmen, wenn er behauptet, dass die Thiere für gewöhnliche Töne taub sind. Wie in der zweiten Mittheilung gezeigt werden soll, besitzen die »Hörbläschen« bei aller sonst größtmöglicher Ähnlichkeit mit den Otocysten anderer Thiere einen sehr bemerkenswerthen Unterschied von ihnen. Während man bei jenen sonst — so viel mir bekannt — ausnahmslos im Inneren oder als Inhalt eine krystallinische Concretion findet, sieht man zwar auch bei den Synaptiden einen Inhalt in der charakteristischen zitternden Bewegung. Derselbe ermangelt aber der Concretion vollkommen, und dieser Mangel erscheint um so auffallender bei einem Thier, in dessen übrigen Geweben Kalk in so überreicher Menge abgelagert ist. Man thut also wohl nicht Unrecht, wenn man an eine etwas verschiedene Function der Bläschen denkt, und wie gesagt, sind sie möglicherweise dazu geschickt, andersartige Schwingungen zu percipiren.

Sehr fein scheint der Geschmacks- resp. Geruchssinn zu sein. Die »Saugnäpfe« der älteren Autoren, die von HAMANN als »Sinnesknospen« erkannt und beschrieben wurden, sind höchst wahrscheinlich als becherförmige Geschmacksorgane aufzufassen, wie HAMANN dies selbst mit gewisser Reserve vorschlägt. Dafür spricht nicht nur ihre Lage an der Innenseite der Tentakelbasen, die bewirkt, dass jedes Stückchen Nahrung, das von den Tentakelspitzen ergriffen

Digitized by Google

und durch Einbiegen in den Mund befördert wird, an ihnen vorbeipassiren muss, sondern auch — und das ist wichtiger — ihr ganzer anatomischer und histologischer Bau.

Bringt man eine stark schmeckende, aber nicht direct ätzende Substanz, wie zum Beispiel einen Chloralhydratkrystall, in die Nähe der Tentakel des Thieres, so bewirkt dies eine ungemein heftige Reaction, Einziehen der Tentakel, Contraction des ganzen Thieres, Versuche zu entfliehen, eventuell auch Zerstückelung. Ein solcher Krystall, direct an die Haut des Rumpfes gebracht, bewirkt übrigens auch Contractionen und Ausweichen des berührten Theils, freilich weniger intensiv. Möglicherweise sind also auch Schmeckzellen auf den Tastpapillen oder der übrigen Haut zerstreut und informiren das Thier über die gute oder schlechte Qualität des Sandes, in dem sich diese bei großen Thieren vom Kopfende oft weit entfernten Theile befinden. Dies ist aber natürlich bloß Vermuthung.

HAMANN (3) hat gezeigt, dass die Gebilde, welche J. MÜLLER (10) als Augenflecken ansah, als solche nicht aufzufassen sind. In Übereinstimmung damit konnte ich keinerlei Reaction der Thiere gegen Licht wahrnehmen. Bewegungen und Benehmen sind von Hell und Dunkel ganz unabhängig und erfolgen in gleicher Weise bei Tag und bei Nacht. Auch plötzliche intensive Beleuchtung oder Beschattung ließ mich keinen wahrnehmbaren Effect erkennen, während QUATREFAGES einen solchen, wenn auch schwachen, beobachtet zu haben glaubt. Da das Pigment, von dem oben p. 274 die Rede war, vornehmlich in den Tastpapillen seinen Sitz hat, also in den Theilen der Haut, die durch besonderen Nervenreichthum ausgezeichnet sind, so ist es nicht unmöglich, dass die Sinneszellen der Papillen nicht sämmtlich Tastzellen sind, sondern manche von ihnen einer Art von Nervenerregung durch Licht dienen, welche noch nicht zu einem wirklichen Sehen führt und von PATTEN (11 p. 705) als »Dynamophagie« bezeichnet wird.

Der Vollständigkeit halber will ich hier erwähnen, dass weder das ausgebildete Thier noch die pelagische Larve eine Spur von Leuchtvermögen besitzt.

Spuren einer gewissen Intelligenz und Überlegung vermochte ich bei den Synaptiden[1] nicht wahrzunehmen. Zum Nachweis einer solchen gehört aber eine lange und besonders unter den natürlichen Lebensbedingungen der Thiere angestellte Beobachtung.

[1] Dagegen sah ich mehrfach Ophiuriden Proben einer nicht zu unterschätzenden Intelligenz ablegen.

Digitized by Google

Anatomisches.

Entwicklung, feinere Structur und Morphologie der Kalkgebilde.

Die erste Entwicklung und das Wachsthum der Kalkkörper der Synaptiden und pedaten Holothurien stimmt, wie ich mich überzeugen konnte, so vollkommen mit den entsprechenden Vorgängen bei anderen Echinodermen überein, dass ich aus äußeren Zweckmäßigkeitsgründen für die Darstellung und Abbildung der ersten Entwicklungsvorgänge ein anderes Object, nämlich die stets in beliebiger Menge und allen Stadien erhältlichen Seeigellarven gewählt habe. Ich hebe dabei ausdrücklich hervor, dass ich mich mehrfach davon überzeugen konnte, dass die Vorgänge bei Holothurien, Asteriden und Ophiuriden vollkommen übereinstimmend verlaufen, und dass andererseits die Angaben, die ich über den feineren Bau der Synaptiden-Spicula machen werde, auf sämmtliche Ordnungen der Echinodermen auszudehnen sind.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Dr. Vosmaer meinen verbindlichsten Dank für die mannigfache Anregung und directe Unterstützung auszusprechen, welche dieser Theil meiner Arbeit durch ihn erfahren hat. Durch ihn wurde ich darauf aufmerksam gemacht, dass diese Fragen, denen man bei den Spongien schon längst Aufmerksamkeit zugewandt hat, auch bei den Echinodermen noch ein lohnendes Feld der Untersuchung bilden würden. Indem er mir seine vielseitigen spongiologischen Kenntnisse zur Verfügung stellte, gelang es uns gemeinsam binnen Kurzem eine ganz merkwürdige Übereinstimmung in Anlage und Bau der Hartgebilde der so weit getrennten Thierclassen aufzufinden, ein Resultat, das mir darauf hinzuweisen scheint, dass wir es hier mit Bildungsgesetzen allgemeinster und fundamentaler Art zu thun haben.

Um die erste Anlage der Kalkkörper zu studiren, wählte ich, wie erwähnt, Seeigellarven, die man stets und sicher durch künstliche Befruchtung erhalten kann. Als besonders bequemes Object kann ich *Strongylocentrotus lividus* empfehlen. Man sieht die Dinge, auf die es hier ankommt, ohne weitere Behandlung am lebenden oder frisch abgetödteten Thiere. Untersucht man die lebenden Objecte, so macht die große Beweglichkeit der Larven, die sich zur Zeit der ersten Anlage der Kalkkörper im Gastrulastadium befinden, die unerlässliche Untersuchung mit stärkeren Vergrößerungen unmöglich. Tödtet man die Thiere durch gelinde Compression oder lässt sie durch Verschlechterung des Seewassers absterben, so erhält man

Digitized by Google

schöne und deutliche Bilder der zu beobachtenden Verhältnisse, aber ein sehr unangenehmer Übelstand tritt ein. Überall in den Zellen entwickeln sich nämlich bei dieser Art des Absterbens kleine Fetttröpfchen und diese sehen den kleinsten Kalkconcretionen, welche bei der Entwicklung und dem Wachsthum der Spicula die Hauptrolle spielen, so täuschend ähnlich, dass es ohne Zusatz von Reagentien unmöglich ist, zu entscheiden, was Fett und was Kalk ist. Ich fand es schließlich am zweckmäßigsten, die Larven durch Zusatz sehr verdünnter Überosmiumsäure zum Seewasser abzutödten und so zu untersuchen. Hierdurch wird die Ausscheidung der Fetttropfen aus den Geweben fast immer vermieden. Beginnt die Osmiumsäure allzusehr schwärzend zu wirken, so bringe ich die Larven in Pikrocarmin. Der einzige Übelstand bei dieser Methode ist, dass die Osmiumsäure, wenn man sie in hinreichender Stärke anwendet, um die Fettausscheidung zu verhindern, zu stark erhärtend auf die Gewebe wirkt, als dass man später noch gute Macerations- und Isolationspräparate erhalten könnte. Dieser Umstand ist Schuld daran, dass ich über einen später zu erörternden Punkt nicht zur völligen Sicherheit gekommen bin.

Die ersten Entwicklungsvorgänge der Kalkspicula der Echinodermen sind bisher nur ein einziges Mal genau erörtert worden, und zwar von SELENKA (15 p. 46) ebenfalls an Seeigellarven. Ich will die Angaben dieses Autors, die bei aller Kürze doch ein richtiges Bild der zu besprechenden Verhältnisse liefern, hier wörtlich anführen:

»Diese Mesodermzellen erfüllen während des Larvenlebens dreierlei Functionen. Ein Theil derselben erzeugt unter Beibehaltung der amöboiden Natur das Kalkskelett als Cuticularbildung. Man kann deutlich wahrnehmen, wie innerhalb zweier lateral symmetrisch gelagerter Zellen zuerst ein Kalkkörnchen sich ablagert, wie jedes zu einem regelmäßigen Dreistrahler auswächst, und wie die skeletogene Zelle sich dann auf einen Strahl zurückzieht, um unter steter Ablagerung von Kalksalzen (und organischer Achsensubstanz) an der weiterwachsenden Spitze sich fortzuschieben. Neue Mesodermzellen lagern sich an und bewirken das Wachsthum der anderen beiden Strahlen, wieder andere erzeugen die Seitenäste. Eine Vermehrung und Theilung der Mesodermzellen findet zur Zeit der Skelettbildung nicht oder nur in sehr beschränktem Maße statt.«

Als erste Kalkabscheidung finde auch ich in der Bildungszelle ein Kalkkörnchen von unbestimmter Gestalt (Taf. 9 Fig. 3 *a*), aber

Digitized by Google

daraus wird nicht so ohne Weiteres ein Dreistrahler, wie SELENKA es angiebt, sondern zunächst ein kleines Kalkgebilde, das man als ein Tetraeder mit etwas eingedrückten Flächen bezeichnen kann (Fig. 3*b*, 3*c*, 4*a*). Die Grundform ist also ursprünglich eine vier-, nicht dreiachsige, und nachher soll gezeigt werden, dass dies morphologisch von principieller Bedeutung ist. Ich kann nicht vollkommen verstehen, warum SELENKA den Vorgang der Kalkausscheidung als Cuticularbildung bezeichnen oder mit diesem Vorgang vergleichen will. Die erste Ausscheidung des Kalkes geht im Inneren der Zelle vor sich. Wächst dann das Tetraeder bis zu einer gewissen Größe (Fig. 3*c*), so sieht man im ferneren Verlauf, dass in diesem Falle das weitere Wachsthum nur noch in der Richtung von drei Achsen oder besser in der Richtung der Projection von drei Achsen auf eine Tetraederfläche erfolgt, die vierte Achse sich aber nicht weiter entwickelt. Das Resultat dieses Vorgangs ist, dass nun wirklich ein regulärer Dreistrahler entsteht. Derselbe trägt noch eine Zeit lang in seinem Centrum die Spuren seiner Entstehung aus einem Tetraeder an sich (Fig. 3*d*, 4*b*). Bald aber wird auch die letzte Spur verwischt, und wir haben ein rein dreiachsiges Gebilde vor uns (Fig. 3*e*). Mit dem Auswachsen des Tetraeders zu einem Dreistrahler hat sich indessen naturgemäß das Größenverhältnis dieses Gebildes zu der Zelle, deren Inhalt es ursprünglich bildete, geändert. Auf Stadium 3*d* sehen wir den Dreistrahler nicht mehr in der Zelle, sondern außerhalb der ihr jetzt dicht anlagernden Mesenchymzellen liegen. Auf diesem Stadium erkennt man sehr deutlich, dass eine dünne homogene Hülle den Kalkkörper umgiebt. Zweifellos ist dieselbe ebenfalls ein Product der Urbildungszelle des Kalkkörpers. Es ist nur schwer, zu entscheiden, ob vielleicht der ganze Zellleib nach Verlust des Kerns in die Hülle übergegangen ist, oder aber, wie SELENKA dies nach dem Angeführten zu glauben scheint, der Kalkkörper bei weiterem Wachsthum einfach aus der Zelle heraustritt, und letztere an seinem ferneren Wachsthum nun eben so weiter mitwirkt, wie die anderen Mesenchymzellen. Es war mir nicht möglich, über diesen Punkt zu vollkommener Sicherheit zu kommen, weil es mir nicht gelang, von dem betreffenden Stadium befriedigende Macerationspräparate zu erhalten. Doch ergiebt sich aus Totalpräparaten durch Vergleichung verschiedener Stadien mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit der Schluss, dass der Kalkkörper aus der Zelle herausrückt, und nicht die erstere vollkommen in der Bildung der Hülle aufgeht.

Digitized by Google

Im weiteren Verlauf sieht man nun, wie SELENKA dies auch schildert, andere Mesenchymzellen an den Dreistrahler herantreten. Bei genauerer Untersuchung nimmt man deutlich wahr, dass im Inneren dieser Zellen und zwar dort, wo sie dem wachsenden Dreistrahler anliegen, kleine, rundliche Kalkconcretionen auftreten (Fig. 3*d*, 3*e*). Ohne Zweifel sind diese Kalkkörner das von den Zellen gelieferte Material für das Weiterwachsthum des Dreistrahlers.

Merkwürdig und vorläufig unerklärlich bleibt nur der Modus des Weiterwachsthums in so fern, als das Wachsthum aus folgendem Grunde keine einfache Apposition sein kann. Würden sich die von den Zellen gebildeten Kalkkörnchen nämlich einfach an das Grundgebilde anlegen, so würde bei dieser Art des Wachsthumes die Oberfläche des letzteren mit Nothwendigkeit eine unebene, und die Contouren unregelmäßige sein. Dies ist aber niemals der Fall; stets sind die Contouren vollkommen glatt, und so bleibt nichts übrig als anzunehmen, das von den Zellen producirte Kalkmaterial werde vor dem Durchtritt durch die den Kalkkörper umhüllende Membran noch einmal gelöst und dann nach Durchtritt durch die Membran von Neuem auskrystallisirt. Es wird mir selbst schwer, einen so complicirten Vorgang anzunehmen, doch lassen bis jetzt die Beobachtungen kaum eine andere Deutung zu; weitere Untersuchungen werden vielleicht neue Momente zur Erklärung dieser bei allen Thiergruppen so wenig erforschten Wachsthumsvorgänge beibringen.

Wenden wir uns nun der Betrachtung der feineren Structur der ausgebildeten Kalkkörper zu, so ist es zunächst leicht nachzuweisen, dass die organische Hülle, die sich bei jungen Kalkkörpern so leicht zeigen ließ (Fig. 3*d*, 4*b*), auch beim ausgebildeten bestehen bleibt. Hier erfordert jedoch der Nachweis schon mehr Mühe. Am besten ist es, ganz langsam den Kalk durch Säure aufzulösen, während man bei starker Vergrößerung beobachtet. Fig. 5*a* stellt das erste Stadium einer solchen Entkalkung in dem Moment dar, wo die Contour der Hülle eben anfängt, sich gegen die des zusammenschmelzenden Kalkkörpers abzuheben. Fig. 5*b* zeigt die Spitze desselben Ankers zu einer Zeit, wo der Process schon weiter fortgeschritten ist. Während nun das Vorhandensein der Hülle schon von QUATREFAGES als wahrscheinlich angesehen wurde und von SELENKA (14) auch bei den Aspidochiroten nachgewiesen werden konnte, ist SEMPER (16 p. 29) der Einzige, der den »Centralcanal« im Inneren des Kalkspiculums als solchen beobachtet und beschrieben hat. Zwar blieben ihm die feineren Verhältnisse, die

Digitized by Google

ich unten ausführlich erörtern werde, noch unbekannt, doch spricht er die ganz richtige Vermuthung aus, dass der scheinbare Canal wohl thatsächlich der Ausdruck organischer Achsensubstanz im Inneren des Kalkgebildes sei. SEMPER's Vorstellungen von der Histogenese der Spicula haben sich nach SELENKA's und meinen Untersuchungen nicht als vollkommen correct erwiesen; doch bedeutet seine Arbeit einen großen Fortschritt. Unzutreffend dagegen sind seine Betrachtungen über die vergleichende Morphologie der Holothurienspicula, vor Allem sein Versuch, Anker plus Platte der Synapten dem Stühlchen der pedaten Holothurien gleich zu setzen. Die Unhaltbarkeit dieser Auffassung wird aus den am Schlusse dieser Arbeit mitzutheilenden entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen, besonders dem Umstand, dass Anker und Platte zunächst getrennt angelegt werden und erst spät in innigere Beziehungen zu einander treten (Fig. 15 *a*—*h*), klar werden.

Den »Centralcanal« sieht man schon ohne weitere Behandlung an den größeren Kalkgebilden, besonders den Stäben, Ankern und Platten der Synaptiden (Taf. 10 Fig. 14, 15, 16). Wendet man die beim Studium des Achsenfadens und der concentrischen Schichten der Spongien erprobte Methode der allmählichen Verkohlung der Spicula an, so gelingt der Nachweis des Vorhandenseins einer organischen Achsensubstanz — denn um diese handelt es sich — bei allen Echinodermenkalkkörpern.

Die prachtvollsten Objecte zum Studium der feineren Verhältnisse waren mir die großen und schönen Anker der *Synapta hispida*. Taf. 9 Fig. 5 stellt einen solchen Anker nach mäßiger Verkohlung bei mittlerer, Fig. 6 das Bruchstück eines solchen bei starker Vergrößerung dar. Fig. 5 zeigt, wie die Achsensubstanz alle Theilungen und Verzweigungen des Kalkkörpers mitmacht und sich bis in die äußersten Spitzen hinein erstreckt. Fig. 6 lässt besonders deutlich werden, dass die Achsensubstanz durchaus nicht aus einer compacten Masse, sondern aus einem feinen Netzwerk besteht, dessen Fäden im Centrum am stärksten sind, gegen die Peripherie stetig an Dicke abnehmen, so dass es nicht möglich ist, sie bis ganz an die Oberfläche des Kalkkörpers zu verfolgen. Bei genauerer Untersuchung nimmt man dann weiter eine gewisse longitudinale Schichtung und Streifung wahr, die einigermaßen an die analogen Verhältnisse der Kieselspongien erinnert, nur nicht so regelmäßig ist.

Versucht man Bilder, wie sie sich in Fig. 6 darbieten, zu deuten, so wird man naturgemäß darauf geführt, sich den Kalkkörper aus abwechselnd angeordneten concentrischen Kalk- und or-

Digitized by Google

ganischen Schichten zusammengesetzt vorzustellen. Die organischen Schichten sind an und für sich weit dünner als die Kalkschichten und nehmen dabei ihrerseits vom Centrum nach der Peripherie an Dicke ab. Dabei hängen sie aber unter sich durch radiäre Fäden zusammen, die die Kalkschichten durchbrechen und auch ihrerseits vom Centrum zur Peripherie an Dicke abnehmen. Fig. 7 *a* giebt das Schema dieser Anordnung im Längsschnitt, Fig. 7 *b* dasselbe bei doppelt starker Vergrößerung im Querschnitt. Beide Figuren sind durchaus schematisch, aber sie scheinen mir als solche berechtigt, weil sie eine ungezwungene und plausible Deutung von wirklich beobachteten Bildern, wie sie in Fig. 6 wiedergegeben sind, darbieten.

Ob die Verhältnisse bei Kalk- und Kieselspongien ähnlich liegen, soll hier nicht erörtert werden. Jedenfalls müssten bei letzteren die radiären Fasern, welche die concentrischen Schichten verbinden, ungleich feiner sein als bei den Echinodermenspicula, wo man sie an geeigneten Objecten ohne Mühe in den centralen Theilen nachweisen kann. Neue Untersuchungen haben die Frage bei jener Thierclasse zu beantworten.

Bis jetzt war vorwiegend von der histologischen Entwicklung und dem feineren Bau der Kalkkörper der Echinodermen die Rede. Was die Formen anlangt, so sahen wir, dass die Dreistrahler, aus denen sich das Pluteusskelett bildet, ursprünglich von kleinen Tetraedern, also vierachsigen Gebilden abzuleiten sind. Dies scheint nun ein ganz allgemeines Gesetz zu sein, und wenige, wohl nur scheinbare Ausnahmen abgerechnet, glaube ich, sind alle Kalkbildungen der Echinodermen (Larven und entwickelter Thiere) im Grunde von derartigen Tetraedern abzuleiten. Bei einem Theil entwickeln sich alle vier Achsen weiter: in diese Reihe gehören die Rädchen der Auricularien und Holothurien und die Stacheln der Asteriden, Ophiuriden und Echiniden. In einer zweiten Reihe von Fällen entwickeln sich nur drei Achsen, und die vierte tritt zurück. In diesem Falle erfolgt dann das wirkliche Längenwachsthum mit all seinen complicirten Gabelungen und Verzweigungen in einer Ebene, und nur die bloße Dickenzunahme erfolgt auch in anderen Ebenen.

In diese Kategorie gehören die plattenförmigen Skelettbildungen sämmtlicher vier Echinodermenordnungen, also bei Weitem die Mehrzahl aller Skelettbildungen bei den Echinodermen überhaupt. In der

Digitized by Google

überwiegenden Mehrzahl der Fälle ist der Ausgangspunkt der Dreistrahler (oder ursprünglich das Tetraeder).

Bei den Platten der Synaptiden finde ich dagegen ein kleines Kalkstäbchen als Ausgang (Taf. 10 Fig. 16*g*), während im Übrigen der Wachsthumstypus der Platten vollkommen mit den analogen Vorgängen bei anderen Echinodermen übereinstimmt. Da dieser Fall eine so seltene Ausnahme bildet, so glaube ich hierin eine bloße Verwischung des ursprünglichen Verhaltens erblicken zu dürfen, eben so wie bei den stabförmigen Kalkspicula der Synaptiden (Anker und Krummstäbe), die man wohl als in einer Achse entwickelte Modificationen des Grundtypus anzusehen hat. Ontogenetisch lässt sich dies jedoch nicht mehr sicher nachweisen, da sie von unregelmäßig geformten Kalkstückchen (Fig. 15 *a*, 16 *a*) ihren Ausgang nehmen Nachher werden wir sehen, dass solche Verwischungen auch anderweitig häufig sind, z. B. bei den Echiniden, wo bei demselben Thier das Rädchen, welches die Basis für den Stachel liefert, einmal von einem Vierachser (Fig. 11 *a'*), ein anderes Mal von einem unregelmäßig geformten Kalkstück seinen Ausgang nimmt.

Ich betrachte also weder die Anker noch auch die Platten der Synapten als wirkliche Ausnahmen, besonders auch desshalb nicht, weil letztere in ihrem übrigen Verhalten genau denselben Wachsthumsgesetzen folgen, wie die entsprechenden Gebilde anderer Echinodermen. Vor Allem ist hier der Typus der Verzweigung überall derselbe.

Ein regulärer Dreistrahler ist ein solcher, dessen Strahlen unter einander einen Winkel von 120° bilden[1]. Dieser Winkel ist nun ausnahmslos der Winkel, unter welchem alle weiteren Theilungen und Verzweigungen stattfinden, und zwar auch bei den Synaptidenplatten, die scheinbar (Fig. 16*g*, 16*h*) von einem Stäbchen ausgehen. Durch weitere Theilungen in gleichen Abständen und stets unter diesem Winkel muss nothwendig ein regelmäßiges Netzwerk resultiren, und eine einfache Erwägung fordert, dass die Löcher, die sich zwischen den Maschen des Netzes befinden, reguläre Sechsecke sind.

Dies ist denn auch ursprünglich immer der Fall (Fig. 16 *k*—*n*), und alle die complicirten Kalkgebilde, wie wir sie in den

[1] Der Winkel von 120° spielt in keinem der Krystallsysteme, in denen der kohlensaure Kalk krystallisirt, eine Rolle. Die Regelmäßigkeit der Verzweigungen ist also schwerlich auf Rechnung des Wachsthums der Krystalle zu setzen.

Digitized by Google

festen Skeletttheilen der Crinoiden, Asteriden und Ophiuriden, den Plättchen und Kalkringen der Holothurien wiederfinden, bestanden sämmtlich ontogenetisch einmal aus einem von regulären Sechsecken durchbrochenen Netzwerk. Bei weiterer Entwicklung pflegt sich dies meistens zu verwischen, die Sechseckform der Löcher verschwindet allmählich (Fig. 16 *n*), und es entstehen Kreise und unregelmäßige Figuren, deren Ränder häufig nachträglich noch Zähnelung annehmen (Fig. 16 *o*).

Diejenige Kategorie von Kalkkörpern, die wir zuerst erwähnten und die morphologisch wohl die interessanteste ist, setzt sich aus denjenigen Gebilden zusammen, bei denen das Wachsthum in allen vier Hauptachsen der Grundform erfolgt.

H. Ludwig (7 p. 67) hat zuerst auf den Zusammenhang hingewiesen, der zwischen den basalen Anlagen der Asteriden- und Echinidenstacheln einerseits unter einander und andererseits mit den Rädchen der Chirodoten und Elasipoden besteht. Die Basis des Stachels von *Asterina gibbosa* wird nämlich von einem sechsstrahligen Rädchen gebildet, das in manchen Beziehungen sehr den Chirodotenrädchen ähnelt.

Ähnliches ergiebt sich aus der Schilderung J. Müller's (8 p. 14) über die erste Anlage und Entwicklung der Seesternstacheln. Bei meinen Untersuchungen fand ich nun eine vollkommene Übereinstimmung in der ersten Anlage. Auch für die weitere Entwicklung der Stacheln besteht bei allen stachelbesitzenden Echinodermen (Asteriden, Ophiuriden, Echiniden) trotz mancher secundärer Verschiedenheit eine große principielle Übereinstimmung.

Für diese ganze Kategorie ist wieder ein Vierachser der Ausgangspunkt, aber die vierte Achse, die wir bei den früher betrachteten Kalkbildungen bald untergehen sahen, verschwindet bei den Rädchen der Chirodoten nicht vollkommen und wird bei den Stacheln zur Hauptachse des Längenwachsthums. Ludwig will den Stachel von einem kleinen Dreistrahler ableiten; aber bei näherem Zusehen findet man immer auch bei den jungen Stadien den vierten zu den übrigen senkrechten Strahl. Ein solcher Vierstrahler ist in der Mehrzahl der Fälle (*Asterina gibbosa*, Ophiure von *Pluteus paradoxus* Fig. 12 *a*, *Arbacia pustulosa* Fig. 11 *a'*) der Ausgangspunkt. Indem sich nun zunächst die drei in einer Ebene gelegenen Strahlen regelmäßig theilen, wird aus dem basalen Stern mit drei Strahlen ein Sechsstrahler (Fig. 11 *b''*). Zuweilen wird aber das erste Stadium ganz übersprungen, und es bildet sich scheinbar sofort ein sechs-

Digitized by Google

strahliger Stern, indem sich die sechs Radien an ein unregelmäßig geformtes Mittelstück ansetzen. Dieses Mittelstück repräsentirt aber dann den ursprünglichen Vierstrahler, wie am besten *Arbacia* beweist, wo beide Bildungsarten neben einander bei demselben Thier vorkommen (Fig. 11 *a*, 11 *a'*, 11 *b*, 11 *b'*, 11 *b''*).

Bei *Asterina* geht die Bildung constant von einem Vierstrahler aus; bei dem Seestern der *Bipinnaria asterigera* dagegen scheint die andere Bildungsart vorzuwiegen (Fig 9 *a*).

Bei der Ophiure des *Pluteus paradoxus* ist der Ausgangspunkt ein Vierstrahler (Fig. 12 *a*). Bei *Chirodota venusta* gelang es mir nicht die allerjüngsten Stadien aufzufinden, doch deutet die regelmäßige Form der kleinen sechsstrahligen Sterne (Fig. 8 *a*) darauf, dass sie von unregelmäßigen Kalkstücken abstammen; Abkömmlinge der Vierstrahler haben die unregelmäßig sechsstrahlige Gestalt, wie sie in Fig. 10, 11 *b''* und 12 *c* wiedergegeben ist.

Wahrscheinlich leiten die Fälle, wo der basale Sechsstrahler nicht durch Theilung der Strahlen eines Dreistrahlers, sondern durch directen Ansatz an ein Mittelstück von unbestimmter Form gebildet wird, zu Formen über, wo dann die Regelmäßigkeit auch in der Zahl der Radien aufgegeben ist. Bei einer *Chirodota*, die viele Hunderte normaler sechsstrahliger Sterne und Rädchen besaß, fand ich einmal ein neunstrahliges. Andere Chirodoten besitzen dann normalerweise neun- und mehrstrahlige Rädchen und bei den Rädchen der Larven von *Synapta digitata* (der bekannten Auricularia mit den Kalkrädchen) schwankt die Zahl der Radien zwischen 12 und 16 (Fig. 13 *a*—*c*). Wenn man alle in vorliegender Arbeit beigebrachten Thatsachen in Rechnung zieht und die Abbildungen vergleicht, wird man, wie ich glaube, zu der Ansicht kommen, dass der Bildungsmodus, bei dem der Sechsstrahler durch Theilung dreier Radien des Vierstrahlers entsteht, der primäre, der directe Ansatz der Radien (sechs oder mehr) dagegen der durch Abkürzung aus ersterem entstandene secundäre ist.

Als noch weiter verändert sind wahrscheinlich die Bildungen der Stühlchen bei den pedaten Holothurien aufzufassen, wo die ursprüngliche Gesetzmäßigkeit in Zahl und Anordnung der Strahlen noch mehr verwischt ist, die aber doch zweifellos in die hier besprochene Kategorie der Kalkbildungen fallen.

Leider habe ich für die Stühlchen keine entwicklungsgeschichtlichen Reihen aufstellen können, da Larvenmaterial mangelte, und man bei ausgewachsenen Holothurien die Kalkkörper nur durch ein-

Digitized by Google

greifende Methoden zur Anschauung bringen kann, wobei regelmäßig die jüngsten und kleinsten Stadien verloren gingen.

Aus dem sechstrahligen Sterne wird nun durch einen sehr einfachen Wachsthumsvorgang, den man sich leicht aus den Abbildungen vergegenwärtigen kann, ein sechsstrahliges Rädchen. Auf diesem Stadium bleiben die Rädchen der Auricularien dauernd stehen; bei den Chirodoten entwickelt sich von der Peripherie aus durch einen complicirten Wachsthumsvorgang ein zweites Radiensystem, das in der Mitte zusammenstößt und sich dort auf den vierten zur Grundebene senkrechten Strahl stützt (Fig. 8 *b*, 8 *c*). Das *Chirodota*-Rädchen documentirt sich bei näherer Untersuchung und in Anbetracht seiner ganzen Entstehung als ein viel zu complicirtes Gebilde, um einfach als ein rudimentärer Stachel, etwa ein solcher, von dem nur das basale Rädchen übrig geblieben sei, angesprochen werden zu können. Diese Beziehungen behalte ich mir vor, einmal in einem anderen Zusammenhange und von anderen Gesichtspunkten aus zu erörtern.

Obwohl es, wie ich zugeben muss, etwas über das Thema meiner Arbeit hinausgeht, so will ich hier noch in aller Kürze die weitere Entwicklung der Stacheln beschreiben, da diese Fragen, die von Ludwig angeregt sind, allgemeineres Interesse besitzen, und uns auch hier wieder eine große Gesetzmäßigkeit und principielle Übereinstimmung der Bildungsvorgänge, selbst da, wo das Resultat ein verschiedenes ist, entgegentritt.

Ich verweise zunächst auf die mustergültige Beschreibung der Stachelentwicklung von *Asterina gibbosa* bei H. Ludwig (7 p. 67 ff.) und bemerke dabei, dass die Vorgänge bei dem Seestern von *Bipinnaria asterigera*, die ich abbilde (Fig. 9 *a—d*), mit Ausnahme der ersten Anlage des Sechsstrahlers vollkommen übereinstimmen. Im Wesentlichen sind die Vorgänge bei Ophiuriden (*Pluteus paradoxus* Fig. 12 *a—d*) ganz identisch; ja selbst bei Echiniden, wo die definitive Stachelanlage schließlich sechs- und nicht dreikantige Form erhält, theilt sich ursprünglich der vierte auf dem Rädchen senkrechte Strahl auch nur zunächst in drei im Winkel von 120° gestellte Candelaberarme (Fig. 11 *c*). Erst durch weitere Theilung wird der Candelaber sechsarmig (Fig. 11 *g*). Dies aber ist eben so als ein secundärer Vorgang aufzufassen, wie der, dass bei den Echiniden das basale Rädchen durch weitere Theilung der Radien an der Peripherie aus einem sechs- zu einem zwölfstrahligen wird (Fig. 11 *d—g*). Die einzelnen Phasen des Stachelwachsthums sind von

Digitized by Google

Ludwig klar und erschöpfend für den Asteriden-Stachel geschildert worden, und seine Darstellung passt auch für die Entwicklung des Ophiuridenstachels. In wie fern der Echinidenstachel damit übereinstimmt oder abweicht, wird man sich ohne Mühe aus den Figuren veranschaulichen können.

Nur will ich erwähnen, das Ludwig die auch für den von mir untersuchten Seesternstachel zutreffende Beobachtung gemacht hat, dass derselbe im Sinne einer rechtsdrehenden Spirale wächst, und die Löcher in den Stachelwänden in diesem Sinne angeordnet sind (Fig. 9 *d*). Dagegen konnte ich eine gleiche Beobachtung für den Stachel der Ophiuride von *Pluteus paradoxus* nicht machen, eben so wenig für die Echinidenstachel.

Bei der Ophiure liegen die entsprechenden Löcher in der Stachelwandung immer in gleicher Höhe. Bei dem Echinidenstachel, dem kleinsten und weitaus schwierigsten Object, verbinden sich später die sechs Candelaberstangen durch quere Balken, und die Löcher des dadurch entstehenden Netzwerkes liegen nicht immer in gleicher Höhe. Dies Verhalten scheint aber der scharf ausgesprochenen Regelmäßigkeit zu entbehren, die wir bei den Asteriden finden, und ist desshalb damit nicht auf eine Stufe zu stellen.

Trotz dieser und mancher anderen kleinen Differenz haben die hier mitgetheilten Thatsachen nur weiter den Satz erhärtet, dass in der Entwicklung, Histologie und Morphologie der Kalkkörper sich bei aller Mannigfaltigkeit der Form dieselbe strenge Geschlossenheit und Einheitlichkeit wiederspiegelt, welche die Classe der Echinodermen auch in anderen Beziehungen vor anderen Thierclassen auszeichnet.

Litteraturnachweis.

1. A. Baur, Beiträge zur Naturgeschichte der *Synapta digitata*. 3 Abhandlungen. Nova Acta Leop. Car. Acad. Bd. 31. Dresden 1864.
2. J. V. Carus, Prodromus faunae mediterraneae. Stuttgart 1885.
3. O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 1. Die Holothurien. Jena 1884.
4. C. Heller, Die Zoophyten und Echinodermen des Mittelmeers. Wien 1868.
5. C. Lampert, Die Seewalzen. In Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. Theil II. Wissenschaftl. Resultate. Bd. 4, Abth. III. Wiesbaden 1885.
6. H. Ludwig, Die Echinodermen des Mittelmeers. Mittheilungen aus der Zool. Station zu Neapel. Bd. 1. 1879.
7. —— Entwicklungsgeschichte der *Asterina gibbosa*. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 37. 1882.

Digitized by Google

8. J. Müller, Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. Erste Abhandlung. Abh. der K. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1848.
9. —— Über die Larven und die Metamorphose der Holothurien und Asterien. ibidem 1850.
10. —— Über *Synapta digitata* und die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.
11. W. Patten, Eyes of Molluscs and Arthropods. Mittheil. aus d. Zool. Stat. zu Neapel Bd. 6. 1886.
12. L. Petit, Remarques sur la *Synapta inhaerens*. Bull. Soc. Philomath. Paris Tome 8. 1884.
13. A. de Quatrefages, Mémoire sur la Synapte de Duvernoy. Annales sc. nat. Tome 17. 1842.
14. E. Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 17. 1867.
15. —— Keimblätter und Organanlage der Echiniden. ibidem Bd. 33. 1879.
16. C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. II. Theil. Wissenschaftl. Resultate. Bd. 1. Holothurien. Leipzig 1867.
17. A. Weismann, Studien zur Descendenztheorie. Die Entstehung der Zeichnung bei den Schmetterlingsraupen. Leipzig 1876.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 9.

Fig. 1. *Chirodota venusta* bei 30facher Vergrößerung. Man sieht den Darm, die Poli'sche Blase und die hermaphroditischen Geschlechtsorgane durchschimmern. An den Seiten der fünf Radialnerven unmittelbar nach ihrem Übertritt über den Kalkring je zwei Baur'sche Bläschen.

Fig. 2. Eines der zehn unter einander gleichen Kalkringstücke von *Chirodota venusta* von außen gesehen, 120mal vergrößert.

Fig. 3. *a* Urbildungszelle eines Kalkspiculums mit erster Concretion. *b* und *c* Concretion nimmt Tetraederform an. *d* das Tetraeder, zum Dreistrahler ausgewachsen, ist aus der Zelle herausgetreten, hat einen Überzug organischer Substanz mitgenommen, und liegt nun in der Nachbarschaft zweier Mesenchymzellen, in denen neue Kalkconcretionen, die das Weiterwachsthum des Dreistrahlers vermitteln, auftreten. *e* Weiteres Wachsthum des Dreistrahlers nach dem bei *d* geschilderten Typus. Alle Vergrößerungen in Fig. 3 sind 1200fache.

Fig. 4. *a* das Tetraeder aus Figur 3*c* isolirt und 2400mal vergrößert. *b* Übergang von Tetraeder zu Dreistrahler aus Figur 3*d* bei 2400facher Vergrößerung. Man sieht sehr deutlich die organische Hülle, die das Ganze umgiebt.

Fig. 5. *a* ein kleiner Anker von *Synapta hispida*, von der der Platte abgewendeten Fläche gesehen, so dass man den Buckel des Ankerstiels en face sieht. Man sieht die organische Achsensubstanz. Indem bei diesem Präparat durch vorsichtigen Säurezusatz die Auflösung des Kalkes beginnt, hebt sich die Contour der einhüllenden Membran (μ) deutlich von derjenigen des eigentlichen Kalkkörpers ab. In *b*

Digitized by Google

sieht man den Auflösungsprocess des Kalkes in der Ankerspitze noch weiter fortgeschritten. 160fache Vergrößerung.

Fig. 6. Bruchstück eines Ankerstiels, stärker vergrößert. Die organische Substanz ist durch vorsichtige Verkohlung gebräunt und dadurch sichtbar gemacht worden. Man sieht die Längsstreifung, die auf das Vorhandensein concentrischer Schichten organischer Substanz hindeutet, und in den centralen Partien die radiären Fasern, welche die concentrischen Schichten unter einander verbinden.

Fig. 7. Hypothetisches Schema der Anordnung der organischen Substanz im Echinodermenspiculum, wie es sich als wahrscheinlichste Deutung der in Fig. 6 beobachteten Thatsachen ergiebt. Die organische Substanz ist dunkel gezeichnet, die dazwischen liegenden, weiß gelassenen Theile sind als vom Kalk eingenommen zu betrachten. *a* schematischer Längsschnitt, *b* Theil eines schematischen Querschnittes bei doppelt starker Vergrößerung wie *a*.

Tafel 10.

Fig. 8. *a—f* Entwicklung der Rädchen von *Chirodota venusta* bei 500facher Vergrößerung.

Fig. 9. *a—d* Entwicklung der Stacheln des Seesterns von *Bipinnaria asterigera*. *d* junger Stachel. 250fache Vergrößerung.

Fig. 10. Basales Rädchen des Stachels von *Asterina gibbosa*. Stachelaufsatz fortgelassen. 500fache Vergrößerung.

Fig. 11. *a—g* Entwicklung des Stachels von *Arbacia pustulosa* bei 1200facher Vergrößerung. *a*, *a'*, *b*, *b'*, *b''* stellen die verschiedenen Bildungsmodi dar, nach denen sich bei demselben Thier das sechsstrahlige Rädchen bilden kann. In *d*, *e*, *f* ist nur das basale Rädchen gezeichnet, der Stachelaufsatz fortgelassen. *g* stellt den jungen Stachel in einem Stadium dar, dem das basale Rädchen in *e* entspricht.

Fig. 12. *a—d* Entwicklung der Stacheln der Ophiuride des *Pluteus paradoxus*. In *c* ist der Stachelaufsatz fortgelassen. Vergrößerung 1200 fach.

Fig. 13. *a—c* Entwicklung der Kalkrädchen der Auricularia von *Synapta digitata*. Vergrößerung 1200 fach.

Fig. 14. Kalkstab aus dem Tentakel von *Chirodota venusta*. Vergrößerung 500 fach.

Fig. 15. *a—e* Entwicklung der Krummstäbe von *Chirodota venusta*. Vergrößerung 500 fach.

Fig. 16. *a—o* Entwicklung der Anker und Platten von *Synapta inhaerens*. Vergrößerung 250 fach.

Digitized by Google

Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers.

Von

Anton Dohrn.

Mit Tafel 4 und 5.

XII. Thyreoidea und Hypobranchialrinne, Spritzlochsack und Pseudobranchialrinne bei Fischen, Ammocoetes und Tunicaten.

In einem durch die Güte der Herren Verfasser in meine Hände gelangten Werke »Recherches sur la Morphologie des Tuniciers« unterwerfen die Herren E. Van Beneden und Julin die von mir vertretene Abstammungshypothese der Ascidien von fischartigen Vorfahren auf p. 437—471 einer eingehenden Kritik, erklären die in der VIII. und IX. Studie benutzten Argumente für nicht beweisend, nennen die ganze Hypothese »purement gratuite«, und geben ihrerseits eine Darstellung, wie sie sich die Abstammungsverhältnisse zwischen Wirbelthieren, Tunicaten und Anneliden vorstellen.

Obwohl die Herren Verfasser in einem Nachwort von einem »Mémoire qui paraîtra incessamment« sprechen, welches enthalten soll »*des recherches comparatives sur l'innervation de l'appareil branchial des Sélaciens et des Cyclostomes, afin de vérifier si le mode d'innervation des différentes fentes branchiales est conforme à ce qu'il devrait être, si l'hypothèse émise par Dohrn relativement à la valeur morphologique des gouttières dites pseudobranchiales et du corps thyroide était exacte*«, so will ich doch, nachdem ich das Erscheinen dieser zweiten Schrift mehrere Monate vergeblich erwartete, einige Gegenbemerkungen hier zur Veröffentlichung bringen.

Digitized by Google

Zuvörderst habe ich anzuerkennen, dass die beiden Herren Autoren mit möglichster Objectivität einen Standpunkt einzunehmen trachten, der eben so unparteiisch erscheint, wie er vorsichtig gewählt ist. An mehr als einer Stelle ihrer Kritik betonen sie, dass es ja wohl durchaus möglich wäre, meine Auffassungen als der Wirklichkeit entsprechend einmal zu erweisen, dass aber die von mir bisher gelieferten Argumente weit davon entfernt seien, als Beweise gelten zu können.

Wenn auch die belgischen Forscher sich den Vortheil einer solchen vorsichtigen Haltung zu bewahren bemüht sind, so scheuen sie doch nicht den Versuch, auch ihrerseits ein Bild zu entwerfen von den phylogenetischen Beziehungen, in denen Tunicaten, Vertebraten und Anneliden zu einander stehen sollen.

Wohin uns dieser neueste Versuch, die Tunicaten morphologisch zu entziffern, führt, mag aus der Aufzählung der nachfolgenden Thesen der belgischen Forscher geschlossen werden.

1) Die erwachsenen Ascidien stellen nur die zwei vordersten Segmente eines ursprünglich mit zahlreichen Metameren ausgestatteten Körpers dar. Alle auf das zweite Segment folgenden Metameren der Larve gehen frühzeitig spurlos zu Grunde (p. 392).
2) Der ganze Körper einer erwachsenen Ascidie lässt sich homologisiren mit den beiden vordersten Segmenten des *Amphioxus* (p. 391).
3) Hieraus folgt, dass der Kiemendarm des *Amphioxus* nicht homolog mit dem der Ascidien ist, nur sein allervorderster Theil entspricht dem ganzen Branchialsack der Ascidien (p. 406).
4) Die Kiemenspalten des *Amphioxus* und der Ascidien sind desshalb auch nicht homolog (p. 406).
5) Die Hypobranchialrinne beider Gruppen deckt sich eben so wenig, nur das vorderste Stück derselben beim *Amphioxus* lässt sich möglicherweise mit dem ganzen Endostyl der Ascidien homologisiren (p. 451 ff.).
6) Wie schon die Kiemenspalten der Ascidien und des *Amphioxus* sich nicht homologisiren lassen, so kann noch weniger von morphologischer Identität mit den Kiemen der Fische geredet werden (p. 392).
7) Das Herz der Ascidien und das Herz der Wirbelthiere sind völlig verschiedene Bildungen, denn das eine ist entodermalen Ursprungs, während das andere mesodermal ist (p. 409 ff.).
8) Die Muskelreifen der Salpen und *Doliolum*, eben so wie die

Digitized by Google

Muskeln um den Branchialsack der Ascidien, können nicht mit Myotomen der Wirbelthiere verglichen werden (p. 392).

9) Der eigentliche Darm der Ascidien ist eine Neubildung, nicht eine Umbildung eines bereits früher bestanden habenden Theils des Urdarms: man kann ihn mit der von HATSCHEK beschriebenen kolbenförmigen Drüse des *Amphioxus* homologisiren (p. 388 ff.). Gleich wie der ganze Branchialsack stammt auch der Darm aus der Vésicule préchordale des primitiven Darms (p. 390).

Aus diesen und noch einigen weiteren Resultaten leiten die Herren VAN BENEDEN und JULIN die nachfolgenden phylogenetischen Schlüsse ab (cf. p. 396 ff. und p. 415 ff.).

1) Der Schwanz der Appendicularien und der Ascidienlarven war segmentirt, wie der Körper des *Amphioxus*.

2) Die erwachsenen Ascidien haben die vordersten beiden Segmente durch fortschreitende Differenzirung zu ihrem jetzigen Gesammtkörper entwickelt, den Haupttheil des Larvenkörpers dagegen, der zugleich der Haupttheil des Körpers ihrer Vorfahren war, verloren. Hieraus folgt, dass die Tunicaten von Hause aus segmentirte Thiere sind; die Trennung, welche GEGENBAUR zwischen Wirbelthieren und Tunicaten durch den Mangel der Segmentirung der letzteren begründen wollte, lässt sich nicht aufrecht halten.

3) Die Daten, welche man aus der Entwicklungsgeschichte der Ascidien und des *Amphioxus* gewinnt, lassen folgende Stammesgeschichte derselben erschließen.

Beide lassen sich ableiten von länglichen, wurmförmigen, segmentirten Organismen. Die Segmentation zeigte sich in der Bildung von primitiven Ausstülpungen des Entoderms, welche als Mesoderm, d. h. als Coelom sich constituirt hatten. Ein Centralnervensystem als Platte oder als Rohr bestand in der ganzen Länge des Körpers. Dessgleichen gab es eine »gouttière médio-dorsale, ouverte dans l'archenteron, un organe tubulaire ou un cylindre plein«, die Chorda dorsalis, die allen Chordaten vererbt worden ist. Längsmuskeln, die aus den primitiven Coelomtaschen herstammen, sorgten für die Locomotion dieser Vorfahren.

Das vorderste Körperende unterschied sich aber von dem Haupttheil des Körpers durch die Abwesenheit des Coeloms und der Chorda, es enthielt nur »une vésicule préchordale, hypo-

Digitized by Google

blastique«. Der Boden dieser Vésicule préchordale ward aus vier Längsreihen von Schleimzellen gebildet — der Hypobranchialrinne. Das Stomodaeum mündete in diese Vésicule préchordale. Zwischen erstem und zweitem Segment — also zwischen Vésicule préchordale und dem ersten coelom-producirenden Segment des Körpers — gab es ein entodermales Diverticulum, das aus dem Boden des Entoderms entstanden, rechts als Blindsack, links als sich nach außen öffnender Canal bestand — die kolbenförmige Drüse des *Amphioxus*. Die Vésicule préchordale war »probablement« erweitert und hatte einen größeren Durchmesser als der übrige Theil des Körpers. »Conformément à l'opinion de BALFOUR« gab es wahrscheinlich Saugnäpfe in der Umgebung des Mundes.

Der After lag am hintersten Körperende, in ihn mündete das Nervenrohr.

Die Mesoblastsomiten standen an der ventralen Körperseite in Zusammenhang mit einander, bildeten also ein einziges Enterocoel; an der Rückenseite waren die Somiten aber segmentirt, wie bei den meisten heutigen Anneliden.

Es gab ein lacunäres Blutgefäßsystem: ein Längsraum unter dem Darm, ein anderer zwischen Darm und Nervensystem, der Blutstrom lief im ersten von hinten nach vorn, umgekehrt im zweiten. Bogenförmige Lacunen setzten beide Räume in Communication, besonders zu den Seiten der Vésicule préchordale und der vordersten Stammessegmente. Losgelöste Mesodermzellen fungirten als Blutkörperchen und bewirkten durch ihre gelegentliche Festsetzung und Proliferation das Entstehen von Bindegewebe. Die Coelomtaschen mochten vielleicht auch gelegentlich Nierenfunctionen vollziehen, sei es, dass sie die Excretionen wieder in den Darm entleerten, sei es, dass sie besondere Öffnungen nach außen gewannen.

Die Athmung verlief wahrscheinlich, wenigstens theilweise, im vordersten Darmabschnitt, oder an Darmtaschen, die zwischen den Lacunenbogen sich bildeten, und sich allmählich sogar bei den Nachkommen nach außen öffneten — bei den Tunicaten freilich nur ein Paar, an den Vésicules préchordales, acht oder neun bei den späteren Fischen, eine viel größere Zahl bei den Cephalochorden.

»*Des organismes constitués comme les formes hypothétiques que nous venons de définir et que nous désignons sous le nom*

Digitized by Google

de Protochordes présentaient l'ensemble des caractères distinctifs communs aux Urochordes, aux Céphalochordes et aux Vertébrés que nous considérons comme trois rameaux distincts de la souche primitive.«

»Les Archiannélides actuels et plus particulièrement les Protodriles se rapprochent beaucoup de nos Protochordes hypothétiques, si l'on fait abstraction de la notochorde.«

4) Einmal so weit gediehen, gehen die phylogenetischen Schlüsse immer weiter in die Urzeiten zurück, und es wird angenommen, dass sehr geringfügige Modificationen derlei Protochordaten gestatteten, sich entweder auf dem Rücken oder auf dem Bauche zu bewegen: danach ward also das Nervensystem der einen ein Rückenmark, das der anderen ein Bauchmark. BALFOUR habe schon sehr beträchtliche Gründe angeführt, wonach das obere Schlundganglion mit dem Vorderhirn der Chordaten zu homologisiren sei, und da sich bei Ascidien das Centralnervensystem aus zwei seitlichen an einander liegenden Hälften bilde, so sei es auch erlaubt, eine ähnliche Bildungsweise für die Anneliden und für die ersten segmentirten Geschöpfe anzunehmen. Dann aber lässt sich sehr gut die Möglichkeit einer Lagen-Veränderung des Mundes begreifen.

»En admettant que des vers annelés, ayant un système nerveux constitué à la façon de celui des Protodrilus ont précédé les Protochordes et ont été la souche de ces derniers, l'on peut s'expliquer la disparition de l'anneau oesophagien et la fusion des ganglions céphaliques avec les extrémités des cordes nerveuses ventrales, en admettant que la bouche a cheminé d'arrière en avant, le long du plan médian encore libre de toute cellule, chaque moitié du système nerveux innervant la moitié correspondante du corps. La bouche a pu en arriver à siéger entre les ganglions céphaliques, voire même en avant de ces derniers, qui se sont réunis entre eux, en arrière de la bouche, pour devenir le proencéphale des Protochordes. L'exemple des Péripates est là pour montrer que des connexions commissurales médianes peuvent disparaître dans le cours de l'évolution ontogénique. Nous pensons donc que la bouche des Protochordes peut être homologue à celle des Annélides et que des déplacements de l'orifice buccal ont pu marcher de pair avec le renversement du corps chez les organismes segmentés, issus des Archiannélides primitifs, et qui sont devenus les Protochordes.« (l. c. p. 418 ff.)

Digitized by Google

In der IX. Studie habe ich schon Gelegenheit gehabt, mich über die Folgerungen auszusprechen, welche Dr. SEELIGER in seinen Arbeiten über Tunicaten, gleichfalls gestützt auf embryologische Thatsachen und biogenetisches Grundgesetz, aufgestellt hat. Der Leser erinnert sich vielleicht, dass Dr. SEELIGER schließlich dazu gelangte, in der Ascidienlarve drei Segmente zu erkennen, deren vorderste beiden, Kopf und erstes Rumpfsegment, zum Vorderleibe der Ascidienlarve geworden seien, während das dritte den Larvenschwanz bilde.

Gegen die Argumente, welche Dr. SEELIGER aus der Embryologie zu Gunsten dieser seiner Anschauung beibrachte, und die wesentlich auf dem eigenthümlich gefassten Begriffe des »Segments« und seiner mehr oder weniger deutlichen Erkennbarkeit im Embryo basirten, richtete ich meine Einwürfe — und ich bin um so mehr befriedigt, ähnliche Argumente, z. Th. sogar in denselben Wendungen seitens der Herren VAN BENEDEN und JULIN gegen die Thesen von Dr. SEELIGER gerichtet zu sehen (l. c. p. 398 ff.), als die Kritik derselben bereits gedruckt war, ehe die meinige ihnen bekannt geworden sein konnte.

Die Differenz besteht in den Fragen: ob jegliche phylogenetisch nachweisbare Segmentbildung auch ontogenetisch recapitulirt werden müsse? zweitens aber: an welchen Kennzeichen man erkennen könne, ob phylogenetisch vorhanden gewesene Metameren ontogenetisch unterdrückt seien?

Wie ich gegenüber Dr. SEELIGER diese Argumentation zur Anwendung brachte, wo es sich um das vermeintliche Schwanzsegment handelte, und darin die Zustimmung der Herren VAN BENEDEN und JULIN gefunden habe, so muss ich dieselbe Argumentation gegen diese Letzteren kehren, wenn es sich darum handelt, den morphologischen Werth ihrer »Vésicule préchordale« festzustellen. Denn in der Auffassung dieser Bildung ruht das A und O der ganzen oben dargestellten Phylogenie der Tunicaten, Uro-, Cephalo- und anderer Chordaten.

Die Herren VAN BENEDEN und JULIN werfen SEELIGER mit Recht vor, dass, wenn der Ascidienschwanz nicht als segmentirt angesehen werden könne, weil man bei seiner ersten Formation in dem Embryo keine Metamerisation wahrnähme, auch die Vertebraten, Anneliden und Arthropoden nicht als segmentirte Thiere angesehen zu werden brauchten, denn auch bei ihnen träte die Segmentation erst auf, nachdem die großen Organsysteme im Ganzen angelegt seien.

Digitized by Google

»*A ce titre il faudrait soutenir aussi que les Vertébrés pas plus que les Annélides et les Arthropodes, ne sont des animaux segmentés. Nous savons en effet que chez tous les Vertébrés, depuis les Cyclostomes et les Sélaciens jusqu'aux Mammifères, le mésoblaste constitue au début une formation continue et indivise, étendue dans toute la longueur du corps de l'embryon. Les protovertèbres naissent par metamérisation secondaire de la plaque vertébrale; les cavités céphaliques des Cyclostomes et des Sélaciens résultent de la subdivision du mésoblaste céphalique, au moment de la formation des fentes branchiales*« etc. etc. (l. c. p. 398 ff.)

Dass ich mit diesen Einwürfen gegen die Behauptungen SEELIGER's vollkommen einverstanden bin, brauche ich nicht zu wiederholen: aber ich frage, ob dieselben nicht auch die gleiche Tragweite mit Bezug auf die »Vésicule préchordale« der belgischen Forscher haben?

Das Raisonnement, auf welches dieselben sich stützen, ist das folgende:

»*Si, comme nous l'avons fait plus haut, l'on compare la larve des Ascidiens à celle de l'Amphioxus, il ne peut y avoir aucun doute* [?] *quant à l'existence, chez cette dernière, d'une vésicule préchordale homologue à celle des Ascidiens. Or, cette vésicule, placée à l'extrémité antérieure du tronc, en avant des premiers somites mésoblastiques et par conséquent en avant de la région segmentée du corps, ne peut être considérée, ni comme un segment somatique ni comme un composé de segments. Ce qui, dans notre opinion, caractérise essentiellement la segmentation c'est la présence réelle ou virtuelle d'une double série latérale de diverticules coelomiques. L'étude du développement de l'Amphioxus montre que l'extrémité céphalique, avec la vésicule préchordale qu'elle renferme n'est comparable qu'au lobe céphalique des vers segmentés.*

»*Si l'on admet que la partie du corps des larves d'Ascidiens qui renferme l'ébauche du sac branchial est homologue à l'extrémité céphalique de l'Amphioxus, pourvue de sa vésicule préchordale, l'idée d'une composition segmentaire du sac branchial, supposant un rapprochement avec une série de segments somatiques tels qu'ils existent seulement dans le tronc de l'Amphioxus, doit être complètement écartée.*« (l. c. p. 406.)

Wenn man aber diese behauptete Homologie der beiden sog. Vésicules préchordales nicht zugiebt — nun so fallen eben auch alle die von den Herren VAN BENEDEN und JULIN gezogenen Consequenzen *ipso facto* weg.

Digitized by Google

Die »Vésicule préchordale« des *Amphioxus* mag vielleicht einem Segment entsprechen, obwohl das mit vielem Recht bezweifelt werden kann: aber ohne Weiteres die Homologie dieser Bildung mit der »Vésicule préchordale« der Ascidien zu behaupten, wenn so verschiedenartige Dinge aus der einen und der anderen hervorgehen, scheint etwas gewagt, und nur Dank dieser Auffassung des morphologischen Werthes der »Vésicule préchordale« ist man gezwungen, nicht nur die Kiemenspalten des Branchialsackes der Ascidien für nicht homolog denen des *Amphioxus*, sondern auch den Endostyl der Tunicaten für nicht vollkommen homolog der Hypobranchialrinne des *Amphioxus* zu erachten. Wer sich meiner Darstellungen dieser Organe und der identischen Bildung bei *Ammocoetes* erinnert, wird sehr ungläubig sein, wenn er liest, diese so specialisirten und so übereinstimmenden Bildungen der Tunicaten, des *Amphioxus* und des *Ammocoetes* seien nicht homolog, wenn er weiterhin sich vorstellen soll, der Process der Kiemenspaltenbildung bei Tunicaten und *Amphioxus* habe sich gesondert entwickelt, während es gerade charakteristisch für Beide ist, dass die Hypobranchialrinne so weit reicht, wie der Branchialtheil des Darmes. Und wenn er dann erfährt, dass der ganze Branchialsack der Tunicaten mit seinen zahllosen Kiemenspalten, dem Endostyl, den Peribranchialsäcken, den Blutgefäßen, Nerven, Muskelreifen etc. etc. nur dem prächordalen Theil des Darmes mit den vorderen Entodermsäckchen des *Amphioxus* entsprechen soll, wie Hatschek sie beschrieben hat, so wird er gleich dem Schreiber dieser Zeilen bescheidene Zweifel, wie an der ausreichenden Feststellung der embryologischen Daten, so auch an der vollkommenen Interpretation des biogenetischen Grundgesetzes nicht unterdrücken können.

Diese Zweifel stützt er vor allen Dingen auf die auch von den belgischen Forschern oft und nachdrücklich hervorgehobene Thatsache der Degeneration, die aller Orten in der Organisation der Tunicaten hervortritt. Dass der ganze Schwanz verloren geht, mit ihm der After, der ganze hintere Darmtheil, die Chorda dorsalis, der hintere Theil des Centralnervensystems, dass ferner in der Entwicklung des vorderen Körpertheils so auffallende Bildungen sich documentiren, wie die der Sinnesorgane im Inneren des sog. Ganglions, der sonderbaren Ausstülpung des definitiven Darmes und Afters, der merkwürdigen und von Van Beneden und Julin, wie es scheint, vortrefflich eruirten und dargestellten Bildung des Herzens und der an seiner Bildung participirenden Elemente — das Alles

Digitized by Google

sollte meines Erachtens überaus vorsichtig machen vor einer allzu dogmatischen Anwendung des biogenetischen Grundgesetzes.

Die Herren Van Beneden und Julin bringen selbst die allerbemerkenswerthesten Umstände zur Sprache, welche die Einflüsse ermessen lassen, die ein degenerirender oder wenn man will reducirender Drang der Organisation auf den Gang der Ontogenese ausübt: ich will nur an die Darmanlage bei *Clavelina* erinnern, die in der Larve gar nicht vollständig ausgearbeitet wird, sondern nach der Bildung der Chorda mitsammt dieser sofort zu Grunde zu gehen anfängt, ohne auch nur vorher zu einem Darmrohre sich zu gestalten (l. c. p. 386). Wie früh diese degenerirende Tendenz sich in die Ontogenese einschleicht, würde sehr interessant sein, einmal festzustellen: es würde sich wahrscheinlich ergeben, dass sie schon bis in die Furchung eingreift und verkürzend, vernichtend, umstellend und in jeder Weise den regulären Gang ererbter Entwicklung durchkreuzend eben jene paradoxen Entwicklungsphänomene hervorruft, die so sehr den Schein primitiver Gestaltung erwecken konnten und doch vielleicht so sehr von solcher primitiven Einfachheit entfernt sind.

Van Beneden und Julin haben sich aber nicht darauf beschränkt, im Allgemeinen meine Degenerationshypothese anzugreifen, sondern sie haben die Facta in Zweifel zu ziehen gesucht, auf die ich mich in den oben genannten Studien stützte. Auf diesem Boden unzweideutige Rede und Antwort zu stehen, bin ich aber nicht nur erbötig sondern verpflichtet.

Ich muss zunächst den Leser bitten, sich der Darstellung zu erinnern, welche ich in der VIII. und IX. Studie von den Verhältnissen der Thyreoidea und der von mir sog. Pseudobranchialrinne gegeben habe. Ich betonte, dass die Homologie der Thyreoidea der Fische und höheren Wirbelthiere und der Hypobranchialrinne der Tunicaten und des *Amphioxus* von den beiden, einander entgegengesetzten Doctrinen acceptirt werde, und dass für Beide der merkwürdige Hypobranchialsack des *Ammocoetes* das Bindeglied sei. Der Unterschied war aber, dass ich die phylogenetische Entwicklungsreihe umgekehrt annehme, als die bisher geltende Auffassung, und dass ich das *Ammocoetes*-Gebilde als eine larvale Interpolation ansehe, die bei Tunicaten und *Amphioxus* dauernd geworde ist.

Ich stützte diese meine Auffassung besonders auf das Vorkommen der Pseudobranchialrinne, welche ich mit der Schlundwimperrinne

Digitized by Google

der Tunicaten verglich. Meine Argumentation ist dabei die folgende gewesen. Die Pseudobranchialrinne geht factisch hervor au der nicht mehr zum Durchbruch gelangenden beiderseitigen vordersten Entodermausstülpung des *Ammocoetes*, welche der Spritzlochspalte der Selachier und Ganoiden, der Pseudobranchie der Teleostier homologisirt werden muss. Ohne eine vorher vorhandene und der Spritzlochspalte gleichzusetzende Kiemensackbildung würde es nie zu einer, jedenfalls nicht zu dieser Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* gekommen sein: ist es also richtig, dass diese Wimperrinne mit derjenigen, welche als »Sillon péricoronal« oder als »Schlundwimperrinne« bei den Tunicaten bekannt ist, sich homologisiren lässt, so folgt, dass auch diese letztere sich nur aus einer früher bestanden habenden Spritzlochspalte ableiten lässt, mit anderen Worten, dass Schlundwimperrinne der Tunicaten, Spritzlochtasche der Selachier, Pseudobranchie der Teleostier und weiterhin auch Tuba Eustachii der höchsten Wirbelthiere und des Menschen homolog sein müssen.

Ich habe weiter gefolgert: da diese beiden Rinnen, die Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* eben sowohl wie die Schlundwimperrinne der Tunicaten in functionellem Zusammenhange mit dem Endostyl der Tunicaten resp. dem Hypobranchialsack des *Ammocoetes* stehen und die von diesem secernirten Schleimmassen in die Nähe des Mundes befördern, so kann man diese Function des Endostyls als eine wahrscheinlich erst zu der Zeit entstandene betrachten, in welcher auch diese Wimperrinnen zu Stande gekommen sind; sie kann also schwerlich existirt haben zur Zeit, da statt der Pseudobranchialrinne eine offene Spritzlochspalte bei den Vorfahren des *Ammocoetes* bestand. Wenn also der Endostyl rechtmäßigerweise mit der Thyreoidea der Selachier etc. homologisirt wird, so dürfte nicht die Schleim secernirende Function und entsprechende Structur des Hypobranchialsackes des *Ammocoetes*, sondern die sich in Follikel auflösende, als Thyreoidea bekannte ventrale Ausstülpung des Darms als das Prius betrachtet werden. Die Ableitung der Thyreoidea vom Endostyl, und damit die Ableitung der Vertebraten von den Tunicaten würde dadurch missglücken, so weit diese Organe dabei in Frage treten. Dann müsste also für die Thyreoidea eine andere Herkunft ausfindig gemacht werden, und diese suchte und suche ich in einer unpaar gewordenen, ventral gerückten entodermalen Kiemensackbildung.

Gegen diese Argumentation wenden sich nun die belgischen Autoren und greifen die thatsächlichen Angaben an, auf welche ich mich stütze.

Digitized by Google

Zunächst bezweifeln sie die Identität der verglichenen Wimperrinnen zufolge der vermeintlich sehr verschiedenartigen Constitution der betreffenden Wimperapparate bei Tunicaten und *Ammocoetes*. Diesen Zweifeln liegt zu Grunde die Angabe SCHNEIDER's über die Verhältnisse des Wimperapparates bei *Ammocoetes*.

Es heißt auf p. 455:

»*Dohrn décrit comme Schneider*« — dessen Beschreibung vorher wörtlich citirt wird — »*la partie de ces sillons ciliaires qui est située en avant de l'orifice thyroidien et les bandes ciliaires qui règnent à la voûte de la cavité branchiale; mais tandisque Schneider fait aboutir les sillons latéraux que Dohrn appelle sillons pseudobranchiaux à une gouttière unique et médiane qui se prolongerait jusqu'à l'entrée de l'estomac, Dohrn fait déboucher les deux sillons latéraux dans l'orifice de la glande thyroide et il ne dit mot de l'extension de ces organes, confondus en un sillon unique en arrière de cet orifice. Il est singulier que Dohrn ne signale pas ces divergences entre sa description et celle de Schneider, et qu'il nous laisse dans le doute sur l'existence ou la non-existence de la partie de l'appareil située en arrière de l'orifice. Cette partie existe-t-elle ou n'existe-t-elle pas? Nous en sommes réduits après le travail de Dohrn, à nous poser cette question sans pouvoir la résoudre. Cependant il semble resulter d'un passage de son mémoire que, lui aussi, admet une prolongation des gouttières ciliaires latérales en arrière de l'orifice.*

»*Nous trouvons en effet à la page 55*: »*Ich habe der Entwicklung dieser beiderseitigen Wimperrinnen besondere Theilnahme geschenkt, und kann mit größter Bestimmtheit aussprechen, dass der, vor der Mündung gelegene Theil derselben der letzte Rest der vordersten, blinden Kiementasche ist, welche nicht zum Durchbruch gelangt.*« *Le mot vor est imprimé en italique par l'auteur lui-même. Il semble que nous devons en conclure, qu'une partie des »Wimperrinnen« se trouve en arrière de l'orifice. S'il en est ainsi, il est regrettable que Dohrn ne nous ait pas appris ce qu'il faut croire de l'affirmation de A. Schneider, qui fait aboutir les sillons latéraux non pas à l'orifice thyroidien mais au sillon unique et médian situé en arrière de cet orifice. Schneider a-t-il bien ou mal observé? Il est à regretter que Dohrn ne soit pas explicite sur ce point qu'il importerait d'élucider.*

»*Si Schneider a bien observé, il est évident que les rapports anatomiques entre ce système de gouttières ciliaires et l'organe thyroidien de l'Ammocète sont assez différents de ceux qu'affecte la gouttière pericoronale des Ascidiens avec l'endostyle.*«

Digitized by Google

SCHNEIDER hat ganz gut beobachtet, und er hat auch richtig beschrieben, was er gesehen. Aber er beschreibt nur das, was der mehr oder weniger erwachsene *Ammocoetes* erkennen lässt. Er würde Anderes zu beschreiben gehabt haben, hätte er die Entwicklungsgeschichte des Kiemendarmes von *Ammocoetes* studirt. Er würde dann ohne Zweifel gesehen haben, dass die vor der Mündung des Hypobranchialsackes gelegenen beiden Wimperrinnen ganz und ausschließlich aus den ersten, an das spätere Velum grenzenden Entodermausstülpungen des Kiemendarmes hervorgehen und durchaus selbständig sich anlegen, ohne eine Fortsetzung in der ventralen Mittellinie des Kiemendarmes zu besitzen. Und diese beiden vorderen seitlichen Wimperrinnen bestehen mehrere Tage lang bei den jungen *Ammocoetes*, ehe eine neue mittlere Einsenkung der Länge nach von der Mündung des Hypobranchialsackes bis zum Oesophagus auftritt, eine Rinne, welche in der That nie in unmittelbaren Contact mit den beiden Pseudobranchialrinnen tritt, sondern nur in dieselbe Mündung einläuft (Taf. 5, Fig. 1—14). Wer das Zustandekommen dieser Bildungen nicht beobachtet hat, kann sehr leicht dazu geführt werden, diese Rinnen für ein Continuum durch den ganzen Kiemendarm zu halten — aber dennoch ist es ein Irrthum, und wer genau auch auf die histologische Umformung der entodermalen Epithelien des Kiemendarmes achtet, wird bald inne werden, dass die Bildung der Wimperrinnen und ihrer sie herstellenden Zellen in naher Beziehung zu der gleichzeitig auftretenden Umwandlung vieler dieser Zellen in Schleim secernirende steht. Diese letztere Umwandlung beschränkt sich mit nichten auf den Hypobranchialsack allein, sondern macht sich an jedem Kiemensack geltend, wie später mit detaillirten Angaben und Abbildungen dargethan werden soll. Dieser Process der Differenzirung in Schleim- und Wimperzellen ist im Hypobranchialsack zur Virtuosität gediehen, aber durchaus gleichartige, nur im Grade verschiedene Processe finden im gesammten Kiemendarm statt.

Die belgischen Forscher sagen auf p. 457:

»*Quand donc Dohrn affirme d'une part l'homologie entre les gouttières ciliées latérales des Cyclostomes et l'évent des Sélaciens, d'autre part l'homologie entre ces formations qu'il appelle gouttières pseudobranchiales et la gouttière péricoronale des Tuniciers, il est possible qu'il ait raison, mais il nous sera permis de dire que la preuve fait défaut.*

»*Si les observations de Schneider sont exactes, il nous paraît*

Digitized by Google

évident, que le système des sillons et des bandes ciliaires de l'Ammocète n'est nullement comparable au sillon péricoronal des Tuniciers. D'une part il s'agit d'une formation mi-médiane, mi-latérale, mi-ventrale, mi-dorsale, intéressant toute l'étendue du mésenteron branchial, et n'affectant que des rapports éloignés avec l'orifice du corps thyroide; d'autre part, d'un organe exclusivement latéral, s'ouvrant dans la gouttière hypobranchiale, et siégeant exclusivement à la limite antérieure de la cavité respiratoire. Le repli médio-dorsal de la muqueuse branchiale, sur les faces latérales duquel s'étendent des bandes ciliaires, se continuant en avant avec les sillons pseudo-branchiaux chez l'Ammocète, ne peut être comparé, à notre avis, aux dépendances médio-dorsales de la muqueuse branchiale des Tuniciers. Chez les formes les plus primitives des Ascidiens, chez Clavelina, Ciona, Rhopalaea, Ecteinascidia, Corella et d'autres, au lieu d'un repli continu de la muqueuse, tel qu'on le trouve chez les Ascidies simples les plus spécialisées, on ne trouve qu'une série de languettes, indépendantes les unes des autres; cette formation n'est en rien comparable au repli médian, que Schneider a le premier décrit chez l'Ammocète. Il est facile de démontrer que le repli médio-dorsal du sac branchial des Ascidies les plus spécialisées est une formation secondaire procédant de ces languettes primitivement indépendantes les unes des autres.«

Ich will dem gegenüber kein besonderes Gewicht auf die Frage legen, wie die Herren Van Beneden und Julin »les formes les plus primitives« der Ascidien zu diagnosticiren verstehen: bei einer Discussion, wie der vorliegenden, sind ja eben die Kriterien dieser Unterscheidung recht eigentlich der principielle Differenzpunkt. Was mehr, was weniger specialisirt erscheint, ist darum noch lange nicht das Primitivere oder Abgeleitetere. Aber ich möchte doch nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass, wie ich mich nachträglich überzeugt habe, ich nicht der Erste gewesen bin, der den Vergleich zwischen dem gesammten Wimperapparat des *Ammocoetes* und der Ascidien gemacht hat, sondern bereits einen Vorgänger in meinem verstorbenen Freunde Balfour habe, welcher in seiner Darstellung der Entwicklung des *Ammocoetes* diesen Vergleich anstellt (Comp. Embryol. II. p. 79). Und da ich keine Kenntnis von diesem Vergleich Balfour's hatte, als ich meine VIII. Studie schrieb, so ist diese Übereinstimmung gewiss nicht unwesentlich für alle Diejenigen, welche sich abwartend zu der Entscheidung dieser Frage verhalten wollen.

Digitized by Google

In der That würde ein Vergleich und gar eine Homologisirung zwischen der Schlundwimperrinne der Tunicaten und der Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* unstatthaft sein, wenn VAN BENEDEN und JULIN Recht hätten, dass es sich handle auf der einen Seite »*d'une formation mi-médiane, mi-latérale, mi-ventrale, mi-dorsale, intéressant toute l'étendue du mésenteron branchial, et n'affectant que des rapports éloignés avec l'orifice du corps thyroïde*« auf der anderen Seite »*d'un organe exclusivement latéral, s'ouvrant dans la gouttière hypobranchiale, et siégeant exclusivement à la limite antérieure de la cavité respiratoire*«. Es würde mir natürlich nicht in den Sinn gekommen sein, derlei Vergleiche anzustellen, und schon in der IX. Studie habe ich das deutlich ausgesprochen. Aber die Pseudobranchialrinne allein lässt sich mit vollstem Rechte mit der Schlundwimperrinne vergleichen — und nur das habe ich behauptet.

Von der Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* lässt sich genau dasselbe aussagen, wie in den obigen Worten vom Sillon péricoronal: auch die Pseudobranchialrinne ist »*un organe exclusivement latéral, s'ouvrant dans la gouttière hypobranchiale, et siégeant exclusivement à la limite antérieure de la cavité respiratoire*«.

VAN BENEDEN und JULIN fahren dann fort:

»*Nous doutons fortement, quant à nous, de l'homologie supposée entre les diverticules branchiaux de la première paire chez l'Ammocète, les évents des Sélaciens et les pseudobranchies des Ganoides et des Téléostiens. Il est possible cependant que l'avenir démontrera tout le bien fondé de cette opinion. Loin de nous aussi l'intention de révoquer en doute l'affirmation de Dohrn, quant à l'existence de sillons dits pseudo-branchiaux chez l'Ammocète. Nous nous bornons à dire: Dohrn n'a pas plus démontré que le sillon péricoronal des Tuniciers et des Lamproies est homologue des évents et de la pseudobranchie des poissons, qu'il n'a établi que les organes thyroïdes et hypobranchiaux dérivent d'une paire de fentes branchiales, dont l'existence elle-même n'est que supposée.*«

Aus diesen Worten und aus dem gleich anzuführenden Versuch, direct nachzuweisen, dass die Pseudobranchialrinne, selbst wenn sie aus der vordersten Entodermkiemensackbildung des *Ammocoetes* hervorgehe, doch nicht dem Spritzlochsack der Selachier entspräche, da dieser sich vielmehr mit der ersten, wirklichen und definitiven Kiemenspalte des *Ammocoetes* und *Petromyzon* homologisiren lasse, geht hervor, dass die belgischen Forscher in der That, was auch die scheinbare Concession »*il est possible que l'avenir démontrera*

Digitized by Google

tout le bien fondé de cette opinion« bedeuten möge, überzeugt sind, meine Ableitung der Pseudobranchialrinne aus einem Kiemensack, welcher dem Spritzlochsack homolog wäre, sei gänzlich unhaltbar.

Ich bin also genöthigt, diesen Nachweis zu verstärken und das um so mehr, als auf p. 470—471 der Arbeit VAN BENEDEN's und JULIN's sich Angaben befinden, die ich nur darum nicht rascher beantwortet und widerlegt habe, weil sie eingeleitet werden von der Bemerkung »*Ces recherches feront l'objet d'un mémoire qui paraîtra incessamment*«. Ich habe gewartet, um den Herren die Gelegenheit zu geben, ihren Widerspruch ausführlicher zu begründen[1].

An der eben citirten Stelle heißt es nun:

»*Plus récemment, l'un de nous, Ch. Julin a entrepris des recherches comparatives sur l'innervation de l'appareil branchial des Sélaciens et des Cyclostomes, afin de vérifier, si le mode d'innervation des différentes fentes branchiales est conforme à ce qu'il devrait être, si l'hypothèse émise par Dohrn relativement à la valeur morphologique des gouttières dites pseudobranchiales et du corps thyroide était exacte.*

»*Ces recherches feront l'objet d'un mémoire qui paraîtra incessamment; voici les conclusions qui ressortent de ces recherches:*

»1º *Le nerf facial se comporte chez l'Ammocète, vis-à-vis de la première fente branchiale définitive, absolument comme le facial des Sélaciens vis-à-vis de l'évent (Scyllium catulus et Spinax acanthias). De même que chez les Sélaciens le nerf facial, comme l'ont décrit Gegenbaur (Hexanchus) et Balfour (Pristiurus), se divise en deux branches dont l'une, la plus volumineuse, passe en arrière de l'évent, l'autre, beaucoup moins considérable, en avant de cette fente, de même chez l'Ammocète le nerf facial fournit à la première fente branchiale deux branches: la postérieure plus importante se distribue en arrière de la fente, l'antérieure plus petite fournit en avant de cet organe. Il en résulte avec évidence que la première*

[1] Dies ist auch der Grund, warum die beiden, diese Studie begleitenden Tafeln nicht in der richtigen Reihenfolge stehen: sie waren schon ausgeführt Mitte Sommers 1886. Ich will übrigens gleich hinzusetzen, dass viel ausführlichere schriftliche und bildliche Darstellungen meinerseits in Vorbereitung sind, welche hoffentlich den weitgehendsten Ansprüchen genügen werden, möchte aber doch darauf hinweisen, dass der einfachste Weg zu einer Prüfung meiner Angaben und Behauptungen gewesen wäre, eine Nachuntersuchung vorzunehmen. Hier will ich noch aussprechen, dass ich alle dargelegten Thatsachen Herrn Dr. PAUL MAYER demonstrirt habe und sein Zeugnis für ihre Authenticität anzuführen in der Lage bin.

Digitized by Google

fente branchiale des Cyclostomes est homologue de l'évent des Sélaciens.

»2° *Chez l'Ammocète, le nerf glossopharyngien se comporte vis-à-vis de la seconde fente branchiale définitive de la même manière que le glossopharyngien des Sélaciens vis-à-vis de la première fente branchiale proprement dite de ces animaux.*

»3° *Les nerfs branchiaux proprement dits se comportent chez l'Ammocète absolument de la même manière que chez les Sélaciens, conformément à la description qu'en a faite Gegenbaur chez Hexanchus.*

»4° *Enfin, le corps thyroide, chez un Embryon de Spinax acanthias, au moment de la naissance, reçoit plusieurs paires de nerfs disposés métamériquement. La première paire de ces nerfs thyroidiens est fournie par les deux nerfs glossopharyngiens; la seconde paire, par les deux premiers nerfs branchiaux proprement dits. Nous ne pouvons encore affirmer d'une façon positive, quel est le nombre de paires de nerfs thyroidiens, que reçoit le corps thyroide; mais il y en a, à coup sûr, plus de deux, trois au moins.*

»*On le voit, ce mode d'innervation du corps thyroide du Spinax acanthias est en désaccord complet avec la manière de voir soutenue par Dohrn relativement à la signification morphologique du corps thyroide. Si l'on tient compte de l'innervation, il est clair, que le corps thyroide ne représente nullement une paire de fentes branchiales transformées, mais qu'il dépend, comme le montre le développement chez l'Ammocète, de plusieurs segments du corps. Si l'hypothèse de Dohrn était exacte, le corps thyroide devrait être innervé par une paire unique de nerfs, qui prendraient naissance et cheminneraient entre le facial et le glossopharyngien.*«

Ich bedaure, diese Angaben als unhaltbar bezeichnen zu müssen. Es ist mir schwer verständlich, wie die beiden Autoren in den Irrthum haben verfallen können, der darin enthalten ist, zumal bereits durch die alte Arbeit von Born und durch die neueren von Ahlborn etc. die Verhältnisse der Kopfnerven einigermaßen ins Klare gebracht worden sind.

Ich sage: einigermaßen. Denn es ist nicht zu verkennen, dass noch viel fehlt, um sie gründlich zu kennen und beurtheilen zu können. Bisher hat die Embryologie wenig gethan, um die merkwürdigen Verhältnisse des Cyclostomenkopfes aufzuklären; und wenn auch die vortreffliche Arbeit Fürbringer's über die Muskeln

Digitized by Google

und Nerven desselben einen sehr brauchbaren Anhalt liefert, so ist es nur um so unentbehrlicher geworden, durch die Embryologie Daten zu gewinnen, welche die Deutung schwieriger Verwicklungen und abweichender Beziehungen gegenüber den normaleren Verhältnissen des Selachierkopfes ermöglichen.

Die genauere Beobachtung der embryonalen Entwicklung des *Ammocoetes* ergiebt nun entgegen den von VAN BENEDEN und JULIN aufgestellten Behauptungen, dass der Hauptast des Facialis unmittelbar aus seinem Ganglion hinter dem Pseudobranchialsack und vor dem ersten definitiven Kiemensack herabsteigt; dass ferner der Glossopharyngeus hinter diesem ersten Kiemensack gelegen ist — also genau das Gegentheil von dem, was die belgischen Autoren behaupten. Der Facialis weicht aber in besonderer Weise bei *Ammocoetes* von der Gestaltung, die er bei Selachiern hat, ab. Er erzeugt einen nach hinten gerichteten Hautast, welcher außen von der Ohrblase gelegen, sich mit den Ectodermzellen in Verbindung setzt und nach Art der Seitennerven sich verhält. Es ist vielleicht dieser Ast, welcher als Ramus communicans von den Autoren bei erwachseneren Exemplaren beschrieben worden[1]. Im jüngsten Stadium der Entwicklung ist er aber noch selbständig, d. h. seine Fasern dringen nicht in die des Glossopharyngeus ein. Ich weiß nicht, ob dieser Ast die Ursache der Täuschung gewesen ist, in welche JULIN verfiel, als er die oben angeführten Thesen niederschrieb.

Kommt es also darauf an, den morphologischen Werth der Pseudobranchialrinne festzustellen, und kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie ausschließlich aus Materialien des ersten Paares der Entodermkiemensäcke gebildet wird, deren Lumen sich immer mehr verengert und eine Richtung einschlägt, wie ich sie auf Taf. 7 Fig. 17 der VIII. Studie abgebildet habe, während der Facialis ursprünglich, ehe die Umwandlung der Entodermtasche zur Rinne vollzogen ist, hinter ihr, der Nervus maxillaris inferior, also der Hauptast des Trigeminus, vor ihr verlaufen — so ist damit, so weit die Lagerung der Nerven entscheidend sein kann, unwiderleglich festgestellt, dass die Kiementasche, aus deren allmählicher Umwandlung die Pseudobranchialrinne hervorgeht, der Spritzlochspalte der Selachier homolog ist.

[1] Auf der Taf. 4 Fig. 10 ist dieser Nerv unrichtig wiedergegeben: er müsste kürzer sein und nicht in die Höhe steigen. Ich werde später genauere Abbildungen der einzelnen Schnitte geben, durch welche die Lagerung deutlicher wird.

Digitized by Google

Ferner: die erste definitive Kiemenspalte des *Ammocoetes*, die sich nach außen öffnet, und diese Öffnung bis in das *Petromyzon*-Stadium beibehält, hat vor sich den Haupt- und Muskelast des Facialis, hinter sich den Glossopharyngeus, über sich den Seitenorganast des Facialis, den sog. Ramus communicans. Diese Lagerungsbeziehungen der Nerven beweisen, dass die erste definitive Kiemenspalte des *Ammocoetes* der Hyoidspalte der Selachier gleichzusetzen ist.

Aber noch von einer anderen Seite her lässt sich diese Homologiebestimmung feststellen. Der Conus arteriosus des *Ammocoetes* zeigt in seinen frühesten Stadien ein deutliches Homologon der Spritzlocharterie, welche vor der ersten, d. h. der Spritzlochkiemenausstülpung, zwischen ihr und der Wandung des Stomodaeums, ehe dieselbe als Velum sich constituirt, verläuft, und somit den vordersten Arterienbogen, resp. Aortenbogen darstellt. In späteren Stadien scheint sich dies Gefäß vom Conus abzulösen und Verbindungen mit Venen einzugehen: darüber bin ich noch nicht zu voller Klarheit gekommen, was Niemand Wunder nehmen wird, der die Schwierigkeit der Feststellung von Blutlaufsverhältnissen des *Ammocoetes* aus Erfahrung kennt.

Also auch dies wichtige Verhältnis stimmt zu der von mir festgestellten Homologiebestimmung der Pseudobranchialrinne und überführt meine Gegner des Irrthums. Es ist also in keiner Weise um die Anerkennung des Umstandes herumzukommen: die Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* ist hervorgegangen aus einem Homologon der nicht mehr nach außen durchbrechenden Spritzlochtasche.

Um so wichtiger wird nun aber die Entscheidung der Frage: sind Schlundwimperrinne der Tunicaten und Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* homologe Organe? Die belgischen Autoren sagen Nein! Sie motiviren ihr Nein mit den oben p. 315 angeführten Argumenten. Aber wir sahen, dass die Argumente auf einer Verkennung des wirklichen Thatbestandes im Kiemendarm des *Ammocoetes* basirt waren, dass Van Beneden und Julin die Pseudobranchialrinne nur für einen Abschnitt eines in seiner Totalität den ganzen Kiemendarm begreifenden Wimperschnur-Apparates nahmen, wie Schneider ihn beschrieben hat, dass sie sagten: *»d'une part il s'agit d'une formation mi-mediane, mi-latérale, mi-ventrale, mi-dorsale, intéressant toute l'étendue du mésenteron branchial, et n'affectant que des rapports*

Digitized by Google

éloignés avec l'orifice du corps thyroide; d'autre part, d'un organe exclusivement latéral, s'ouvrant dans la gouttière hypobranchiale, et siégeant exclusivement à la limite antérieure de la cavité respiratoire.« Auf diese vermeintliche Verschiedenheit der beiden Bildungen basiren sie ihren Widerspruch. Diese Verschiedenheit existirt aber nur in ihrer Vorstellung, welche sie auf die Beschreibung SCHNEIDER's hin gebildet haben: hätten sie die Entwicklungsgeschichte der Pseudobranchialrinne studirt, so würden sie gezwungen worden sein, anzuerkennen, dass die Pseudobranchialrinne eben so ausschließlich seitlich ist, wie die Schlundwimperrinne, dass sie sich gleichfalls direct in die Mündung des Hypobranchialsackes einsenkt, und dass sie eine, von den übrigen später auftretenden Wimperschnüren des Branchialraumes distincte Bildung ist, genau eben so wie die Schlundwimperrinne der Tunicaten verschieden ist von den übrigen Wimperrinnen ihres Branchialdarmes. Beide Organe sind also durchaus identisch in den angeführten Beziehungen und müssen für homolog erachtet werden mit demselben Recht, mit welchem der Hypobranchialsack des *Ammocoetes* für homolog angesehen wird der Hypobranchialrinne der Tunicaten.

Wenn nun diesem Schluss nicht ausgewichen werden kann, so folgt, dass auch die Schlundwimperrinne aus einer Entodermtasche hervorgegangen sein muss, welche derjenigen homolog war, die wir bei *Ammocoetes* als das Prius der Pseudobranchialrinne und als Homologon der Spritzlochtasche der Selachier erkannt haben, von der aber vielleicht in der Entwicklung der Tunicaten keine deutlichen Spuren mehr erkennbar sind. Weiter: wie man ex ungue leonem erkennt, so muss man auch aus der Spritzlochtasche einen Branchialdarm erschließen, welcher demjenigen der Selachier in so weit glich, dass er auf fischartige Vorfahren schließen lässt. Die Pseudobranchialrinne aus der Spritzlochtasche hervorgehen lassen, die Schlundwimperrinne aber nicht, wäre nur dann logisch, wenn man auch Abstand davon nehmen wollte, die beiderseitigen Hypobranchialapparate als Homologa — meinethalben aber auch nur pro parte — zu nehmen; hält man aber an dieser Homologie fest, so vermag ich keine Möglichkeit zu sehen, die Homologie der beiden Wimperrinnen abzuleugnen, — und weil mir eben der Thatbestand der Entwicklung der Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* aus dem vordersten Entodermsack bekannt war, so vermaß ich mich schon in der V. Studie den Beweis der Abstammung der Tunicaten von fischartigen Vorfahren »vollkräftig« zu liefern und glaube, mein Versprechen eingelöst zu haben.

Digitized by Google

Ist aber der Schluss nicht abweisbar, dass Vorfahren der Tunicaten existirt haben, welche einen Kiemendarm mit Kiemenspalten nach Art des *Ammocoetes* besaßen, nun so ist auch der weitere Schluss berechtigt, dass auch andere Pertinenzien des Kiemendarmes des *Ammocoetes* den Vorfahren der Tunicaten zukamen — so die Kopfhöhlen, die Hirnnerven, die Kiemenbogen etc. etc. Dann aber haben wir eben einen fischartigen Organismus vor uns, den wir als relativen Stammvater der Tunicaten anzusehen haben, von dem die Letzteren durch Degeneration und Reduction der meisten, durch erneute Differenziation einiger Charaktere und Structuren hergeleitet werden müssen.

Verhält es sich nun aber so und nicht anders mit der Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* und der Schlundwimperrinne der Tunicaten, muss letztere von der ersteren, nicht umgekehrt hergeleitet und verstanden werden, so sehe ich keinen Grund ein, der ein umgekehrtes Verfahren für das Endostyl der Tunicaten und den Hypobranchialsack des *Ammocoetes* nothwendig machte. Beide Organe sind essentiell schleimproducirende Bildungen: das ist einstweilen Alles, was wir davon wissen — und es ist wenig genug. Wir wissen nicht, was für Schleim sie bilden, wie sie ihn bilden und wozu er gebildet wird. Wir vermuthen nur, dass diese Schleimproduction mit der Nahrungsaufnahme in Beziehung steht, ob rein mechanisch oder auch chemisch, steht dahin. Bei *Ammocoetes* kann man aber, wie ich vorhin schon hervorhob, erkennen, dass die Schleimproduction nicht ausschließlich auf den Hypobranchialsack concentrirt bleibt, sondern auch an anderen Stellen des Kiemendarmes geschieht, und dass viele Epithelzellen entsprechende Umwandlungen erfahren.

Bemerkt man aber, dass die Ernährung des *Ammocoetes* in der Weise geschieht, dass Schlamm verschluckt wird, in welchem eine Menge mehr oder weniger großer Mineralien enthalten sind, so begreift sich, dass die ganze Wandung des Kiemendarmes entweder durch Cuticulabildung oder durch eine Schleimschicht vor mechanischer Verletzung bewahrt werden musste. Und ich habe an anderer Stelle hervorgehoben, dass solche Mineralien schon zu sehr früher Zeit im Darm des *Ammocoetes* gefunden werden, zu einer Zeit, in der kaum die Hälfte des Dotters resorbirt ist und eine bequeme Entleerung der Fäces kaum Platz greifen kann. Da ist es denn sehr verständlich, dass eine dichte Schleimschicht die aufgenommene Schlammmasse einhüllt und eine entsprechende Wimperbewegung

Digitized by Google

dafür sorgt, dass einmal der Schleim an alle verwendbaren Stellen hingeleitet werde, dann aber auch vielleicht die Weiterbeförderung der schleimumhüllten Schlammpartikel unterstütze. Und solche Wimperzellen zeigt wie der ganze Darm des *Ammocoetes* so auch in der von SCHNEIDER zuerst beschriebenen Einrichtung der Kiemendarm.

Dass nun auch ähnliche Schleimapparate und Wimperschnüre bei den Tunicaten existiren, ohne dass dieselben Schlamm oder andere mechanisch verletzende Nahrung zu sich nehmen, kann vielleicht so erklärt werden, dass die Schleimmassen dazu dienen, die mit dem Meerwasser aufgenommenen Nahrungspartikel festzuhalten und durch die Wimperrinnen in den Oesophagus gelangen zu lassen. Dies wird sich vielleicht durch directe Beobachtung wahrscheinlich machen lassen. Welcherlei Umwandlungen und welche functionellen Beziehungen indess der ganze Kiemendarmapparat der Tunicaten durchgemacht haben mag, muss wohl einstweilen dahingestellt bleiben — sie sind jedenfalls von allerbeträchtlichstem Umfange gewesen.

Dabei wird wahrscheinlich auch die Ausdehnung des Endostyls so zugenommen haben, wie sie heute sich vorfindet. Diese Ausdehnung für uranfänglich zu halten und umgedreht zu schließen, dass die des *Ammocoetes* eine nachträgliche Einschränkung erlitten und bei den Fischen und höheren Wirbelthieren schließlich zu der abgeschnürten Thyreoidea geführt habe, ist natürlich nicht als in sich unwahrscheinlich zu bezeichnen, streitet aber einigermaßen gegen die eben durchgeführte Ableitung der Schlundwimperrinne von einer präexistirenden Spritzlochspalte.

Freilich bemühen sich VAN BENEDEN und JULIN auch für die Thyreoidea der Selachier den Nachweis zu führen, dass sie früher eine beträchtlichere Ausdehnung entlang der ventralen Mittellinie des Kiemendarmes gehabt haben müsse — aber auch dieser Versuch muss wohl als missglückt angesehen werden. In dem oben p. 316 abgedruckten Alinea 4 ist offenbar eine solche Tendenz durchscheinend. Ich habe dagegen das Folgende zu bemerken.

Ein »Embryo« von *Acanthias* »*au moment de la naissance*« misst 250—260 mm. Eben so groß sind die eben geborenen »Embryonen« von *Mustelus*. Die Thyreoidea aber legt sich an bei *Mustelus*-Embryonen von 16 mm Länge. Wenn dieselben 30 mm Länge erreicht haben, schnürt sie sich vom Boden der Mundhöhle ab, bei einem Embryo von 40 mm ist sie schon eine Strecke weit vom Mundhöhlen-

Digitized by Google

boden entfernt. Bei ihrer Anlage wenden sich drei Nerven von beiden Seiten auf sie zu: der Ramus mandibularis trigemini und der Ram. buccalis und hyoideus des Facialis. Sehr bald erscheinen auch an der Unterseite der Thyreoidea Ausläufer des Hypoglossus. Vom Glossopharyngeus, oder gar vom Vagus ist um die Zeit, da die Thyreoidea noch mit dem Mundhöhlenboden zusammenhängt, oder eben von ihm abgeschnürt ist, in der Nähe derselben gar keine Rede. Keiner von den oben erwähnten Nerven scheint aber die Thyreoidea wirklich zu innerviren, es sind nur die Ausläufer derselben in ihrer Nähe zu bemerken.

Je weiter die Entwicklung des Embryo vorschreitet, um so mehr concentrirt sich der gesammte Branchialapparat an der Bauchseite; die Zwischenräume zwischen den Kiemenspalten werden geringer, die knorpligen Kiemenbogen rücken näher zusammen, eben so verkürzt sich der Conus arteriosus, die von ihm ausgehenden Arterienbogen rücken relativ näher an einander, und mit ihnen natürlich auch die Musculatur und die Nerven.

Die Thyreoidea aber, abgelöst vom Mundhöhlenboden, wächst nach hinten, resp. in die Breite, sie bildet Follikel, diese Follikel lösen sich zum Theile ab, und verschieben sich nach hinten und unten, wie es allgemein bekannt ist.

Wenn also der Embryo von der Größe von 16 mm bis zu der Größe von 260 mm herangewachsen ist, so haben sich längst Beziehungen ausgebildet, die man mit vollem Rechte secundäre nennen kann, und zu diesen Beziehungen dürfte es wohl auch gehören, dass Glossopharyngeus- und Vagusfasern sich in der Nähe der Thyreoidea vorfinden, besonders wenn man sich gegenwärtig hält, dass die Vascularisation der Thyreoidea von den ventralen Verlängerungen der Art. thyreo-spiracularis zuerst ausgeht.

Beweise für eine ursprünglich durch die ganze Länge des Kiemendarms sich erstreckende Ausdehnung der Thyreoidea, etwa in Gestalt des Endostyls der Tunicaten, sind also nicht beigebracht und die Wahrscheinlichkeit spricht nicht dafür, dass sie einmal beigebracht werden könnten. In dieser Hinsicht möchte ich noch das Folgende hier aussprechen.

Alles oben Auseinandergesetzte bezüglich der Ableitbarkeit der Schlundwimperrinne und Pseudobranchialrinne von einem der Spritzlochspalte homologen Kiemensacke könnte man anerkennen und doch behaupten, die Hypobranchialrinne sei ursprünglicher als die Thyreoidea. Man brauchte eben nur anzunehmen, dass die gemeinsamen

Digitized by Google

Vorfahren der Fische, Cyclostomen und Tunicaten diese Rinne in irgend einer mäßig ausgebildeten Form besessen hätten und dass diese Rinne bei den Tunicaten die gegenwärtige Entfaltung genommen, bei den Cyclostomen noch im *Ammocoetes*-Stadium eine hohe Function vollzöge, bei den Fischen und höheren Wirbelthieren indess völlig, d. h. bis auf den jetzigen Thyreoidearest rückgebildet sei.

Solche Annahme wird zwar durch nichts Entscheidendes unterstützt — aber sie wäre keineswegs widersinnig. Dann müsste natürlich der Versuch, den ich gemacht, die Thyreoidea als eine unpaar gewordene Kiemenbildung zu betrachten, aufgegeben werden.

Ich möchte aber, ganz abgesehen von den früheren Gründen, die ich zu Gunsten dieser letzteren Hypothese aufgeführt habe, noch das Folgende bemerken.

Die der Pseudobranchialrinne des *Ammocoetes* zu Grunde liegende Kiemensackbildung weicht in mehr als einer Beziehung von der Bildung der Spritzlochspalte der Selachier und anderer Fische ab. Zunächst bricht sie zu keiner Zeit, weder des embryonalen, noch larvalen, noch geschlechtsreifen Zustandes nach außen durch. Fernerhin bildet sie keine Kiemenblättchen mehr, auch nicht an der vorderen Seite, was doch noch bei allen wirklichen Fischen geschieht (vgl. Studie XI). Auch geht sie keinerlei secundäre Beziehungen zum Labyrinth ein, wie bei den Selachiern, Ganoiden und allen höheren Vertebraten.

Darf man nun als wahrscheinlich annehmen, dass sie in diesen Beziehungen primitiver geblieben sei, als die Spritzlochspalte z. B. der Selachier? Dass die auf sie folgenden Kiemenspalten die Bildung von Kiemenblättchen vollständig vorgenommen, jene vorderste aber nicht dazu gelangt sei? Ich glaube kaum, dass man ein Recht hat, solche Annahme zu machen. Denn dann würde auch consequenterweise angenommen werden müssen, dass die Spritzlochspalte der Fische selbständig oder nachträglich Kiemenblättchen gewonnen habe, während die anderen Kiemenspalten eben so wie die des *Ammocoetes* mit Kiemenblättchen schon längst ausgestattet gewesen wären. Ich glaube vielmehr, man hat jede Ursache, auch die Spritzlochspalte als ursprünglich vollständig mit Kiemenblättchen ausgestattet anzunehmen und umgekehrt zu argumentiren, dass sie bei den Fischen auf der hinteren Wand der Spalte erst nachträglich verschwunden seien, bei den Cyclostomen aber gänzlich rückgebildet wurden. Eben so, meine ich, wird Niemand glauben wollen, diese vorderste Kiemensackbildung bei *Ammocoetes* habe immer als Blind-

Digitized by Google

sack bestanden; man wird vielmehr auch in dieser Beziehung eine Rückbildung anzunehmen haben, wie sie ja auch bei vielen Selachiern und Ganoiden und bei allen Teleostiern während der individuellen Entwicklung stattfindet. Aber bei *Petromyzon* ist dieser Rückbildungsprocess weiter vorgedrungen: während bei Selachiern noch im embryonalen Leben die Spritzlochkieme vollkommen offen ist, bei Teleostiern wenigstens ihre dorsale Partie noch durchbricht, hat die embryonale Recapitulation dieses Processes bei *Petromyzon* schon völlig aufgehört. Dies zu betonen ist wichtig, weil es eben den Beweis liefert, dass auch in dieser Hinsicht die Cyclostomen nicht nur nicht primitiver, sondern abgeleiteter, reducirter sind, als die Fische.

Man darf nun aber dreist einen Schritt weiter gehen und aus den eben dargelegten Verhältnissen den Schluss ziehen, dass die Spritzlochspalte der Cyclostomenvorfahren nicht schlechter ausgestattet war, als jene der Fische es noch heute ist. Wie sie nämlich sicherlich eine äußere Mündung und Kiemenblättchen besessen haben muss, so wird man nicht der Schlussfolgerung ausweichen können, dass sie auch die zur vollen Ausstattung des ganzen Apparates gehörige Knorpelbildung besessen habe: also eben sowohl den vor der Spritzlochspalte sich findenden Spritzlochknorpel wie auch den dahinter liegenden Hyomandibular- resp. Hyoidknorpel. Beide fehlen, wie es scheint, bei *Petromyzon* wie bei *Ammocoetes*, und sie fehlen nicht nur den Erwachsenen, sondern sie werden beim Embryo gar nicht mehr angelegt.

Ich habe schon früher hervorgehoben, dass aus der Anwesenheit der den wahren inneren Kiemenbogen entsprechenden Knorpelstäbe aller übrigen Kiemenspalten man zu dem Schluss durchaus berechtigt sei, dass die Vorfahren der Cyclostomen auch Kiefer gehabt hätten. Sie sind eben so verloren gegangen, wie all' die übrigen hier bezeichneten Bildungen. Offenbar steht ein Theil dieser Veränderungen und Verluste im Zusammenhange mit der Umwandlung eines früher bestanden habenden Beißmaules in das jetzige Saugmaul[1] und mit der Lebensweise des *Ammocoetes* im Schlamme.

[1] Ich will bei dieser Gelegenheit eine Thatsache aussprechen, die ich seit Jahren festgestellt, aber noch keine Gelegenheit gefunden habe, mitzutheilen. Balfour hat zur Unterstützung seiner Annahme eines primitiven Saugmaules der Vertebratenvorfahren auch die Saugnäpfe der Amphibien herbeigezogen. Ich habe nun an mehreren Arten der Anuren und Urodelen die Bildung des Mundes und Kiemenapparates untersucht und konnte feststellen,

Digitized by Google

Die Musculatur ist freilich nicht oder nur zum Theil verloren gegangen, hat aber sehr beträchtliche Umbildungen erfahren. Darüber indess, wie auch über die Motive, welche ein so weites Übergreifen der Körper- d. h. Urwirbelmusculatur über den Kopf verursacht haben, will ich an dieser Stelle nicht sprechen, dazu findet sich später Gelegenheit. Ich will nur noch aus der Masse der Hemmungsbildungen, welche am Kopfe des *Ammocoetes* zu verzeichnen sind, den überaus wichtigen Umstand hervorheben, dass die gesammte Augenmusculatur in kaum erkennbarer Form in den jungen *Ammocoetes*-Larven vorgebildet wird und noch lange als mit Dotterplättchen erfüllte, der Chorda und der dorsalen Spitze des Entoderms anliegende, scheinbar aus letzterem herauswachsende bilaterale Zellmasse besteht, wenn bereits fast die ganze Körpermusculatur und die Kopfhöhlen als functionirende Organe erscheinen. Also auch hier ist eine Bildung zu verzeichnen, die auf ein Vorfahrenstadium schließen lässt, das sicherlich mehr Ähnlichkeit mit den heutigen Fischen hatte, als mit den Tunicaten, deren endocerebrales Auge wahrscheinlich nur den letzten Rest des paarigen Vertebratenauges darstellt.

Wenn es nun, wie mir scheint, unausweichlich ist, in all' den eben erörterten Beziehungen die *Ammocoetes*-Organisation als Reduction einer ehemaligen, höher gearteten, fischähnlichen anzusehen, so sehe ich keinen entscheidenden Grund ein, wesshalb der Hypobranchialsack des *Ammocoetes* einen umgekehrten Entwicklungsgang eingeschlagen haben sollte. Wenn eine Bildung wie die Spritzlochkieme eine Umwandlung erfahren konnte, wie sie sich factisch vollzogen hat, indem daraus eine Wimperrinne ward — warum sollte nicht eine Epithelausstülpung, wie sie ursprünglich in der Thyreoidea gegeben ist, sich zu einem Organ wie der Hypobranchialsack umwandeln können? Natürlich muss angenommen werden, dass diese Umwandlung zu einem phylogenetischen Zeitpunkt sich vollzog, wo noch die dauernde Verbindung derselben mit dem Darm die Regel

dass die Saugnäpfe der Ersteren in der That homolog sind mit den »Balancers« der Urodelen, wie BALFOUR (Comp. Embryol. p. 117) bereits behauptet. Diese »Balancers« sind aber nichts Anderes als die bereits von REICHERT in seiner »Vergl. Entw.-Gesch. d. Kopfes d. nackten Amphibien 1838« beschriebenen »Kopfextremitäten« und als solche homotyp den äußeren Kiemen, in so fern sie die äußere Kieme der Spritzlochspalte darstellen. Ich habe diese Homologie genau studirt und kann sie mit Bezug auf Muskeln, Nerven und Blutgefäße vollständig erweisen. Sonach kann das Saugmaul resp. die Saugnäpfe nicht als primitiver angesehen werden, als die äußeren Kiemen!

Digitized by Google

war, wo also eine Functionirung der Thyreoidea stattfand, die irgend welchen Bezug zur Kiemendarmhöhle hatte. Sollte meine Hypothese zu Recht bestehen, dass die Thyreoidea zwei nicht mehr nach außen durchbrechende, an der Bauchseite zusammengerückte Kiemensäcke repräsentirt, so liegt der Annahme nichts im Wege, dass diese beiden Säcke eben so wie die übrigen Kiementaschen des *Ammocoetes* Schleim secernirten und dass allmählich diese Function an Stelle der Athmungsfunction die Oberhand gewann, eben so wie die schleimleitende Function der Pseudobranchialrinne die Oberhand über ihre sicherlich ursprünglichere Athmungsfunction gewann. Und wie die letztere dadurch zu ihrer Rinnengestalt gelangt, welche sie so unkenntlich machte, dass bisher nur ein Forscher, SCHNEIDER, sie überhaupt bemerkte, Niemand aber auf den Verdacht kam, in dieser Rinne die umgewandelte Spritzlochkieme wiederzuerkennen, ja ein Forscher wie VAN BENEDEN es nahezu als undenkbar bezeichnet, eine solche Umwandlung anzunehmen — so könnte sehr gut die Thyreoidea, als ursprünglich doppelte aber allmählich unpaar gewordene Kiemensackbildung, eine neue functionelle und dadurch structurelle Entwicklung eingeschlagen haben und Schritt vor Schritt erst zu jenem merkwürdigen Hypobranchialsack sich gestaltet haben, um schließlich bei den Tunicaten und *Amphioxus* als Endostyl und Hypobranchialrinne aufzutreten.

Nachtrag.

Die vorliegende Studie war schon im Druck, als im Quarterly Journal of Micr. Science Vol. XXVII. part 3 eine Arbeit meines Freundes SHIPLEY erschien »On some points in the Development of *Petromyzon fluviatilis*« (p. 325—370 mit Taf. 26—29).

Es ist mir sehr erfreulich, hier aussprechen zu können, dass Mr. SHIPLEY in der Controverse zwischen den Herren VAN BENEDEN und JULIN auf der einen und mir auf der andern Seite sich vollständig zu Gunsten des von mir behaupteten Thatbestandes ausspricht. Auf p. 349—351 wird man im Großen und Ganzen die Angaben bestätigt finden, die ich in früheren Studien und in der vorliegenden über die Natur und Entwicklung der Pseudobranchialrinne gemacht habe. Mr. SHIPLEY scheint aber zur Zeit, da er seine Abhandlung schrieb, mit dem Werk der belgischen Autoren nicht bekannt gewesen zu sein, er würde sonst wohl manche Angaben detaillirter gemacht haben. So besonders möchte ich auch ihm gegenüber

Digitized by Google

daran festhalten, dass die Pseudobranchialrinne nicht im Zusammenhang mit der unpaaren, von der Thyreoideamündung zum Oesophagus sich erstreckenden Flimmerrinne angelegt wird und nicht mit der letzteren in anderem Zusammenhange besteht, als dass sie eben beide, die erstere von vorn, die letztere von hinten, in den Ausführungsgang der Thyreoidea einmünden.

Shipley nimmt eben so wenig Anstand, wie Balfour und ich, auch die dorsale Flimmerlamelle des *Ammocoetes* mit der entsprechenden Lamelle der Ascidien und dem »hyperpharyngeal groove« des *Amphioxus* zu homologisiren.

Auch beschreibt Shipley durchaus conform mit meinen Angaben und im vollsten Gegensatz zu Van Beneden und Julin die Innervationsverhältnisse, resp. die Lagerung des Facialis und des Glossopharyngeus zu der Pseudobranchialrinne und der ersten definitiven Kiemenspalte. Und sein Zeugnis muss für Alle Diejenigen, welche die Frage nicht selbst studirt haben, um so beweisender sein, als er, wie gesagt, offenbar den gegen mich gerichteten Widerspruch der belgischen Forscher nicht gekannt hat.

Ich könnte, auf die Shipley'sche Arbeit verweisend, nun schließen, unbesorgt, dass die zu erwartende ausführlichere Arbeit Julin's uns Beide des Irrthums überführe.

Aber verschiedene Angaben, die Mr. Shipley bezüglich anderer Organe macht, möchte ich doch nicht ohne einige Bemerkungen meinerseits lassen, um zu verhüten, dass nach der Wegräumung der schwersten Hindernisse für ein richtigeres Verständnis der morphologisch-phylogenetischen Beziehungen der Petromyzonten nicht kleinere Missverständnisse sich einschleichen.

In seiner Darstellung über die Entwicklung des Skelettes sagt Mr. Shipley (l. c. p. 346):

»The branchial bars are the first part of the skeleton to appear. They arise about the twenty-fourth day as straight bars of cartilage lying external and slightly posterior to the branchial vessel. In their relation to the vessel they correspond with the extrabranchial bars of the Tadpole, and the Sharks. The true branchial bars run internal to the branchial vessel.«

Nach diesen Äußerungen könnte es scheinen, als sollten die sog. äußeren Kiemenbogen der Selachier noch einmal aus dem Grabe auferstehen, in welches die IV. Studie zur Urgeschichte etc., wie mir schien, sie für immer versenkt hatte. Es wäre sehr bedauerlich, wenn die harmlosen Kiemenstrahlen der Selachier noch

Digitized by Google

einmal all das Gewicht phylogenetischer Fehlschlüsse aufgebürdet bekämen, das ich ihnen abzunehmen bemüht gewesen bin; ich verweise desshalb nochmals auf die früher gegebenen Erörterungen, welche vielleicht Mr. SHIPLEY entgangen sind.

Weiterhin auf p. 354 spricht der englische Forscher von den Kopfhöhlen. Er sagt:

»The mesoblast between the gills arranges itself into head-cavities, and as BALFOUR and SCOTT have already shown, there are two head-cavities in front of the hyomandibular cleft. These are at first continuous, but with the formation of the stomodaeum they separate. One becomes praeoral and obviously corresponding with the praemandibular head-cavity of Elasmobranchs; the other with the mandibular. The walls of these cavities ultimately form the skeleton of the gill arches, the muscles of which are all of the tubular kind. Owing to the rudimentary condition of the eye in *Ammocoetes*, no eye-muscles are present and consequently it is impossible to say whether or no they are derived from the walls of the head-cavities, but the researches of STANNIUS and LANGERHANS have shown, that they possess the same histological characters as the muscles of the gills and upper lip.«

Mr. SHIPLEY betritt mit diesen Angaben ein äußerst complicirtes und schwieriges Gebiet, auf dem zu irren beträchtlich leichter ist, als der Wahrheit näher zu kommen. Ich habe den heiklen Fragen über Ursprung und Bedeutung der vordersten Kopfhöhle neuerdings viel Aufmerksamkeit geschenkt und sehe wohl, dass ich meine in der X. Studie ausgesprochenen Anschauungen an mehr als einer Stelle zu modificiren haben werde. So muss ich VAN WIJHE Recht geben, der das mittlere Stück, welches die vordersten beiderseitigen Kopfhöhlen verbindet, für dorsal erklärt, während ich es mit BALFOUR als ein ventrales Verbindungsstück ansah; die Entscheidung liegt für meine jetzige Auffassung in den Lagerungsbeziehungen dieses Verbindungsstückes zu der vorderen Partie der Carotiden, wo sie sich der Hypophysis nähern. Soll jenes Verbindungsstück als ventral gelten, so müsste die Carotis dorsal davon verlaufen: das Umgekehrte ist aber der Fall — und so darf man dies Verbindungsstück vor der Hand nur als eine Verschmelzung dorsaler Theile der vordersten Kopfhöhlen ansehen, mithin auch das Vorhandensein solcher dorsaler Theile an dieser vordersten, und damit wohl auch der zweiten und dritten Kopfhöhle zugeben. Wie viel und wie weit freilich diese Deutung besonders der vordersten Kopfhöhle als

Digitized by Google

seriales Homologon von Myotomen gehen darf, ist eine andere Frage, zu deren Entscheidung noch viel andere Argumente gehören, auf die ich an dieser Stelle nicht einzugehen versuchen will.

Diese Frage wäre nun aber völlig entschieden, und zwar zu Gunsten derjenigen Auffassung, welche in der vordersten Kopfhöhle nur ventrale Elemente sehen will, wenn Mr. SHIPLEY mit seinen eben citirten Angaben über die Bedeutung der »two head-cavities in front of the hyomandibular cleft« Recht hätte. In der That behaupten auch SCOTT und BALFOUR, dass die Mesodermzellmasse, welche seitlich vom Stomodaeum, vor der Pseudobranchialrinne resp. der sie bildenden Spritzlochtasche liegt, zwei Kopfhöhlen entspräche. Ob das der Fall, will ich hier weder behaupten, noch verneinen: die Erörterung darüber verschiebe ich, bis ich mit zahlreicheren Abbildungen eine Darstellung dieser höchst complicirten Region und ihrer Entwicklungsvorgänge geben kann. Aber selbst wenn wahrscheinlich gemacht wäre, dass diese Mesodermmasse, welche die Musculatur des Velum liefert, zwei Kopfhöhlen entspräche, so müsste ich doch gegen die Homologisirung des vorderen Stücks derselben mit der ersten, prämandibularen, Kopfhöhle der Selachier Einspruch erheben. Aus der vordersten Kopfhöhle der Selachier gehen ausschließlich Augenmuskeln hervor; nur das vorher besprochene mittlere Verbindungsstück, welches oberhalb und hinter der Hypophysis liegt, bildet eine Ausnahme; auch meine frühere Angabe, dass der M. levator labii superioris aus der ersten Kopfhöhle abzuleiten sei, muss ich nach neuerer Untersuchung zurücknehmen. Aus dem vordersten Stück jener *Ammocoetes*-Kopfhöhle geht aber diejenige Musculatur des Velum hervor, welche seiner Anheftungsstelle näher liegt und sich allmählich mit ihren außerordentlich langen Cylindern ventral bis an die Mündung des Thyreoidealsackes erstreckt — ein Umstand, der jedwede Homologisirung mit dem M. obliquus inferior der vordersten Kopfhöhle der Selachier von vorn herein ausschließt. Ob das dorsalste Stück dieser Velummusculatur sich etwa allmählich zum M. obliquus superior umwandelt, vermag ich vor der Hand nicht zu sagen: die Schwierigkeiten der Forschung und Materialbeschaffung waren mir einstweilen unübersteiglich.

Wenn nun aber in dieser Mesodermmasse nicht das Material zur Bildung der Augenmuskeln gesehen, wenn sie somit der vordersten Kopfhöhle der Selachier nicht homolog erachtet werden kann, aus welchen Elementen darf man dann hoffen, diese Muskeln, die schließlich doch bei *Ammocoetes* von 2 cm Länge bereits deutlich zu er-

Digitized by Google

kennen sind, ableiten zu können? Mr. SHIPLEY behauptet, keine Augenmuskeln seien vorhanden in den frühen Stadien, welche er untersucht hat; an einer früheren Stelle, p. 339 sagt er sogar »the muscles of the eye have the same histological structure« (nämlich wie die Kiemen- und Velummuskeln) »but owing to the fact that the eye does not develope until the Lamprey stage, no eye muscles appear till very late in the life of the *Ammocoete* and I have consequently been unable to follow their development«.

Diesen Angaben SHIPLEY's kann ich nicht beistimmen. Aus meinen obigen Ausführungen ergiebt sich, dass das Material zur Bildung der Augenmuskeln schon in sehr frühen Stadien der *Ammocoetes*-Larve zu erkennen ist, von Mr. SHIPLEY freilich eben so wie von allen Vorgängern übersehen ward. Und das erklärt sich leicht genug, da es nämlich längere Zeit, als alle benachbarten Structuren den embryonalen Charakter beibehält und aus Zellen besteht, die dicht mit Dotterplättchen angefüllt sind, während alle übrigen Muskeln des Kopfes bereits histologisch differenzirt sind.

Auf diese Zellen wird man aufmerksam, wenn man die vorderste Partie des Mesenteron ins Auge fasst, welche zwischen Chorda und Stomodaeum sich unter die Anlage des Gehirns erstreckt. Man findet dann zwei seitliche, mit Dotterplättchen erfüllte Massen, welche von der oberen und vordersten Spitze des Mesenteron auszugehen scheinen und sich seitlich bis an die Augen erstrecken. Man möchte versucht sein, diese Zellmassen als zwei obere und vorderste, ohne Höhlung bestehende Fortsetzungen des Entoderms zu betrachten, könnte man nicht ihre spätere Umwandlung in Zellen beobachten, welche sich wie eine Capuze um den Bulbus oculi legen. Allmählich verschwindet der mittlere, sie mit einander und mit dem Mesenteron verbindende Theil, die Dotterplättchen vermindern sich und statt ihrer zeigen sich größere Zellen. Die Stelle, an welcher diese Zellen liegen, sieht man später von den Augenmuskeln eingenommen, die freilich noch nicht in die discreten einzelnen Muskeln des *Petromyzon*-Auges gesondert erscheinen, vielmehr eine Gesammtmasse darstellen.

Es kann somit kaum zweifelhaft sein, dass diese vorderen, mit dem Mesenteron in längerem Zusammenhange stehenden, dotter-erfüllten Zellmassen der vordersten Kopfhöhle der Selachier homolog sind, und dass ihre auffallende Structur, oder wenn man will, länger festgehaltene Undifferenzirtheit als ein weiteres Anzeichen zu erachten ist von der Hemmung, die das *Ammocoetes*-Stadium gegen-

Digitized by Google

über dem *Petromyzon*-Stadium charakterisirt. Man kann sich meines Erachtens nicht vor der Einsicht verschließen, dass diese Zellmassen, aus welchen die später deutlich differenzirten und mit den Muskeln der übrigen Vertebraten leicht zu homologisirenden Augenmuskeln des *Petromyzon* hervorgehen, nicht darum im Embryo angelegt werden, um nach 1—2jährigem Wachsen des *Ammocoetes* endlich für die vergleichsweise kurze Lebensdauer des *Petromyzon* - Stadium zur Function zu gelangen, sondern man muss umgekehrt schließen: diese Zellmassen bleiben mehr oder weniger undifferenzirt, weil eine Functionshemmung wie des ganzen Auges so auch seiner Musculatur eingetreten ist. Es ist leicht verständlich, dass ein jahrelanges Leben im Schlamm, wie es *Ammocoetes* im Gegensatz zu *Petromyzon* treibt, die Augenfunction eben so unterbricht, wie es beim *Proteus* das Leben in den Höhlen bewirkt; aus dem Vorhandensein des Auges im Embryo und seiner identischen Entwicklungsgeschichte mit den Augen der höheren Vertebraten muss aber gefolgert werden, dass die Vorfahren des *Ammocoetes* nicht im Schlamme lebten, vielmehr im freien Meere, wo sie ihre Augen sofort gebrauchten, wenn sie aus der Eischale oder dem Mutterleibe ins Freie gelangten. Die Cyclostomen also zu primitiveren Vertebraten stempeln zu wollen, ist eine Anschauung, welche sich auch bei Betrachtung der Hemmungsbildung, welche ihre Augenmusculatur erlitten hat, nicht aufrecht halten lässt; wir müssen vielmehr in der Structur von Nase, Augen, Mund, Spritzloch etc. eben so viel Gründe dafür erblicken, die Petromyzonten als reducirte Vertebraten anzusehen, und haben somit von vorn herein mehr Anlass auch andere Structuren, so weit sie von denen der Selachier und anderen Fische wesentlich abweichen, als durch Reduction zu ihrer heutigen Gestalt gebracht anzusehen und die gänzlich fehlenden, bei den übrigen Vertebraten aber vorhandenen Organe, wie z. B. die Kiefer und die paarigen Flossen, als so völlig unterdrückt zu betrachten, dass nicht einmal im Embryo ein Anfang ihrer Bildung unternommen wird.

Dass auf das *Ammocoetes*-Stadium aber noch ein *Petromyzon*-Stadium folgt, in welchem die Augen zur Function gelangen — man könnte das fast als einen Rückschlag, eine Art Atavismus ansehen — ist offenbar der Grund, dass es nur zur Hemmungsbildung, nicht zur völligen Unterdrückung mit Bezug auf das Auge und seine Musculatur kommt. Bei *Myxine* ist der Rückschritt weiter gegangen: sowohl die Linse wie die Augenmuskeln fehlen gänzlich. Ob sie im Embryo noch angelegt werden, muss dahingestellt bleiben, bis

Digitized by Google

es endlich einmal gelingen wird, dieser Embryonen habhaft zu werden.

Wäre *Ammocoetes* nicht nur ein Larvenstadium zu *Petromyzon*, sondern das Endstadium seiner selbst, d. h. mit anderen Worten: würde *Ammocoetes* als solcher geschlechtsreif, ohne das Leben im Schlamm mit dem Leben im Fluss- oder Meerwasser zu vertauschen, so ließe sich leicht annehmen, dass ihm allmählich die Ausbildung der Augenmusculatur und der Linse eben so wie bei *Myxine* überflüssig würde, und dann auch die Anlage zu beiden allmählich wegfiele; dann würde also die vorderste Kopfhöhle nicht mehr gebildet werden und vielleicht die Augenmuskelnerven auch nicht. Eine solche völlige Unterdrückung scheint aber mit den Kiefern und den Flossen geschehen und zu deren völligem Wegfall auch im Embryo geführt zu haben.

Was aber bei *Ammocoetes* resp. *Petromyzon* als der bestimmten Gruppe und Art von Thieren nicht geschehen ist, hat meiner Vorstellung nach bei Verwandten derselben stattgefunden, als deren Nachkommen ich die Tunicaten und *Amphioxus* ansehe. Bei ihren Vorfahren hat meiner Hypothese zufolge ein Auge nach Art des Wirbelthierauges bestanden, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass das im Innern des Ganglions befindliche unpaare Sinnesorgan den letzten Rest dieser Wirbelthieraugen vorstellt. Man lasse nur den Process der Hemmungsbildung, wie er im *Ammocoetes*-Auge vorliegt, noch immer weitere Stadien durchmachen, so wird nicht nur die Anlage der Augenmuskeln aufhören, die Bildung der Linse, des Glaskörpers, der Sclerotica ein Ende haben, sondern auch die Ausstülpung der primären Augenblase aus dem Centralnervensystem wird nicht mehr stattfinden, der Opticus als solcher wird verschwinden und schließlich wird das Pigment der secundären Augenblase in der Wandung des Gehirns selbst abgelagert werden können, die beiderseitigen Schichten verschmelzen, und ein unpaares und eben so unvollkommenes Sehorgan noch als scheinbar völlige Neubildung in der Wandung oder in der inneren Höhlung des reducirten Gehirns zur Erscheinung kommen.

Diese und ähnliche Hypothesen haben durchaus nichts Gezwungenes oder innerlich Unwahrscheinliches — sie laufen nur dem Strom der herrschenden Anschauungsweise eben so entgegen, wie die Ableitung der Schlundwimperrinne der Ascidien aus dem Spritzlochkiemensack cyclostomenartiger, resp. fischartiger Vorfahren. Wie das Beispiel Mr. Shipley's lehrt, hat diese von mir so nachdrück-

Digitized by Google

lich betonte Ableitung aber alle Aussicht bald allgemeiner anerkannt zu werden, und da sie meines Erachtens wie eine eiserne Klammer die Tunicaten an fischähnliche Vorfahren festheftet, so wird mit Nothwendigkeit der Versuch immer weiter ausgedehnt werden müssen, auch alle übrigen Structuren der Tunicaten auf früher vorhanden gewesene cyclostomen- oder fischartige Bildungen zu reduciren, resp. in ihnen weitere Umbildungen dort anders gearteter zu sehen.

Diesen Versuch mache ich aber, wie ich schon oben gesagt, hier nicht, sondern wende mich zurück zu Mr. SHIPLEY's Auseinandersetzungen über die Hirnnerven (l. c. p. 358 ff.). Ich muss von ihm abweichen in der Behauptung (l. c. p. 361) »there is no trace of the ramus lateralis of the vagus even in my oldest larva«. Mir dagegen ist es gelungen, den N. lateralis bereits in Larven wahrzunehmen, welche erst 6 Paar Kiemensäcke angelegt haben. Hier sieht man, wie das große Ganglion hinter dem Ohre, welches über dem Ganglion glossopharyngei und den Vagusganglien liegt, sich nach hinten in einen breiten Nervenstamm fortsetzt, der, nach oben gerichtet, außen von Spinalganglien und auf der oberen Grenze der Myomeren verläuft. Es ist freilich in so frühem und noch früheren Stadien schwer, den Nerven in ganzer Länge zu verfolgen; aber jeder weitere Tag der Entwicklung zeigt die Verhältnisse sehr viel deutlicher. Der N. lateralis verläuft bei den jungen Larven unmittelbar unter der Haut und scheint an vielen Stellen mit Hautzellen in Verbindung zu treten. Später erst rückt er mehr von der Haut ab und da er von Anfang an über den höchsten Zellen der Myotome liegt, so ist es ihm möglich, innerhalb derselben, zwischen sie und die senkrechte Mittelebene des Körpers zu gelangen, wo man ihn später findet, und wo er zuerst durch LANGERHANS nachgewiesen wurde.

Die Frage, ob dieser N. lateralis der Petromyzonten mit dem N. lateralis der Selachier homolog sei, ist von verschiedenen Forschern verschieden beantwortet worden. Die Autoren, welche zuletzt über diese Frage sich ausgesprochen haben, RANSOM und THOMPSON (Zool. Anz. 1886 No. 227) glauben festhalten zu dürfen, dass »it seems more natural to consider the lateralis as a relic of the extensive and irregular commissural system connecting the posterior roots of *Amphioxus*«. Ich will mich hier über den *Amphioxus* nicht aussprechen, aber wenn in dieser Ausdrucksweise etwa verstanden sein soll, dass der N. lateralis der Petromyzonten mit der Commissur in Zusammenhang gedacht wird, welche die Wurzeln der Spinal-

Digitized by Google

nerven bei Selachiern verbindet, so muss ich nach meinen Beobachtungen jeden solchen Zusammenhang leugnen. Eben so wenig wie der N. lateralis der Selachier aus einer solchen Commissur hergeleitet werden kann — da bekanntlich beide Gebilde längere Zeit neben einander bestehen — eben so wenig ist das bei *Ammocoetes* möglich, wenn schon bei letzterem diese Commissur viel früher zu verschwinden scheint oder überhaupt nicht in solchem Umfang angelegt wird, wie bei den Selachiern.

Der N. lateralis des *Ammocoetes* muss seinem Ursprunge nach durchaus mit dem Lateralis der Selachier homologisirt werden: seine Lagerung und späteren Beziehungen freilich weichen wesentlich von den Verhältnissen, die wir bei Haifischen und Rochen kennen, ab. Vgl. übrigens AHLBORN, »Über Ursprung und Austritt der Hirnnerven von *Petromyzon*. Zeitschr. f. w. Zool. XL p. 304.

Es sei gleichzeitig erwähnt, dass vom ersten, zweiten und dritten Vagusganglion je ein deutlicher Ausläufer an die Haut sich begiebt; eben so ist vom Facialisganglion eine Verbindung mit Hautzellen zu bemerken, welche Verbindung vielleicht als Vorstadium des späteren Ramus communicans angesehen werden kann, da dieselbe mit demjenigen Theil des Ectoderms stattfindet, welche außen von der Ohrblase sich befindet. Die betreffenden Ectodermzellen weichen in ihrem Aussehen von den übrigen ab, sie sind cylindrischer und färben sich dunkler. Ob diese Verbindungen der Ganglien mit dem Ectoderm bestehen bleiben, kann ich nicht sagen.

Weiterhin bin ich nicht im Stande SHIPLEY's Angaben zuzustimmen, dass die Ganglien des Trigeminus und Facialis als isolirte Verdickungen des Ectoderms entstünden. Dass sie in einem gewissen Momente in Contact mit dem Ectoderm stehen, kann ich zugeben, obschon ich in Verlegenheit bin, zu sagen, worin dieser Contact besteht. SHIPLEY selbst betont die Schwierigkeit, welche für die directe Beobachtung aus der Masse der Dotterplättchen hervorgeht, die alle Zellen erfüllt.

Eben so wenig kann ich mich SHIPLEY's Deutung der einzelnen Ganglien anschließen. Es heißt bei ihm p. 359:

»This heap of cells« (nämlich das Ganglion des Trigeminus und Facialis) »arises close behind the lens of the eye, but seems to be distinct from it. It is divided into a larger anterior part, which belongs to the fifth nerve and a smaller posterior portion, which forms the ganglion of the seventh. By the nineteenth day the ganglion of the fifth nerve has completely separated off from the

Digitized by Google

skin. It has now divided into two portions, which have, however, a common root taking its origin from the hind-brain just in front of the ear. The most anterior part forms a large ganglion on the root of a nerve which runs over the eye. This is the ophthalmic ganglion, and the nerve is the ophthalmic branch of the trigeminus; it probably corresponds with the portio profunda of the opthalmicus superficialis of the Elasmobranchs. Immediately behind the ophthalmic ganglion, but quite distinct from it, lies the ganglion of the other half of the fifth nerve etc.«

Meine Auffassung dieses Ganglions ist eine etwas andere. Ich erblicke in SHIPLEY's G. ophthalmicum und dem davon ausgehenden Nerven den N. ophthalmicus superficialis, portio facialis mit seinem großen Ganglion, dagegen in dem zweiten von SHIPLEY erwähnten Ganglion das wirkliche Ganglion des Trigeminus, das aber eine sich dicht an die Linse und die Augenblase heranschiebende kleinere und vordere Partie erkennen lässt, die ich als homolog dem G. ciliare ansehe. Indessen kann ich ohne sehr eingehende bildliche Darstellung diese Abweichungen von SHIPLEY's Deutungen schwerlich klar machen: so beschränke ich mich darauf, sie hier nur anzudeuten, gebe aber in Folgendem noch die Beschreibung wieder, welche SHIPLEY mit Bezug auf die Lagerungsbeziehungen des Facialis und Glossopharyngeus zu den Kiemenspalten giebt. Bezüglich des Facialis heißt es (l. c. p. 350):

»The seventh nerve arises behind the fifth and enters its ganglion, which, when separated off from the epiblast, lies close in front of the ear capsule. In early stages, whilst the most anterior gill-cleft« [soll heißen: gill-pouch], »the spiracle, is still present, the nerve can be seen passing from the ganglia between the rudimentary gill-cleft and the first persistent one, — the hyobranchial. — After the appearance of the ciliated ring in the place of the first gill-cleft, the seventh nerve supplies this structure.«

Und bezüglich des Glossopharyngeus (l. c. p. 360).

»The ganglia of the ninth and tenth nerves would seem to rise from a mass of cells split off from the epiblast close behind the ear. At a little later stage the ninth nerve has its ganglion lying close against the posterior boundary of the ear; the nerve is continued along the posterior wall of the first persistent cleft: the hyobranchial.«

Ich glaube diese Angaben des englischen Forschers werden genügen, den Leser zu überzeugen, wenn das noch nöthig war, dass

Digitized by Google

der Widerspruch der belgischen Forscher gegen meine Auffassung der Pseudobranchialrinne als eines Homologon der Spritzlochkiementasche hinfällig ist; und so gebe ich mich der Hoffnung hin, dass damit diese Frage erledigt sei.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 4.

Entwicklung der Pseudobranchialrinne bei *Ammocoetes*, und Disposition der Nn. facialis und glossopharyngeus.

Fig. 1. Larve von *Ammocoetes* 3 Tage nach dem Ausschlüpfen.
Fig. 2. – – – 4 – – – –
Fig. 3. – – – 5 – – – –
Fig. 4. – – – 6 – – – –
Fig. 5. – – – 9 – – – –
Fig. 6. – – – 11 – – – –
Fig. 7. – – – 14 – – – –
Fig. 8. – – – 17 – – – –
Fig. 9. *Ammocoetes* von 22 mm Länge.
1—8 Kiemensäcke, *1* der Spritzlochsack, aus dem die Pseudobranchialrinne sich bildet. (*Oberl.*) Oberlippe, (*Stomod.*) Stomodaeum, welches bei Fig. 3 u. 4 noch gegen den Darm geschlossen ist, (*Tent.*) Mundtentakel, (*Velum*) das Velum, welches in Fig. 5 durchbricht, (*Kiem. Bl.*) die Kiemenblätter des ersten wirklichen Kiemensackes (2).
Fig. 10. Componirter Sagittalschnitt einer *Ammocoetes*-Larve von 20 Tagen nach dem Ausschlüpfen.
(*Epiphy.*) Epiphysis, (*Nas. G.*) Nasengang, (*N. fac.*) Nervus facialis, (*N. gl. ph.*) N. glossopharyngeus, (*Ob. L.*) Oberlippe, (*Ohrbl.*) Ohrblase, (*R. comm.*) Ramus communicans facialis[1], (*Tent.*) Mundtentakel, (*Thyr.*) Thyreoidea, (*Trig. Fac. Gr.*) Ganglien der Trigeminus-Facialis-Gruppe.

Tafel 5.

Anlage der Pseudobranchialrinne und der medianen Wimperrinne bei *Ammocoetes*. Anlage der Kiemendeckelkieme bei *Accipenser ruthenus*.

Fig. 1—7. Querschnitte durch eine *Ammocoetes*-Larve 7 Tage nach dem Ausschlüpfen.
Fig. 1 u. 2. Schnitte vor der Mündung der Thyreoidea (Hypobranchialsack) in den Kiemendarm.
Fig. 3 u. 4. Schnitte hinter der Mündung der Thyreoidea (Hypobranchialsack) in den Kiemendarm.

---

[1] Wie im Texte p. 317 bemerkt, ist dieser Ast etwas verzeichnet, er geht nicht nach oben, sondern an das Ectoderm in gleicher Höhe mit der unteren Hälfte der Ohrblase.

Digitized by Google

Fig. 5—7. Schnitte zwischen der Thyreoidea und dem Ösophagus.

Fig. 8—10. Querschnitte durch eine *Ammocoetes*-Larve von 11 Tagen nach dem Ausschlüpfen.

Fig. 8 vor, Fig. 9 u. 10 hinter der Mündung der Thyreoidea.

Fig. 11—14. Querschnitte durch eine *Ammocoetes*-Larve von 17 Tagen nach dem Ausschlüpfen.

Fig. 11 vor, Fig. 12—13 hinter der Einmündung der Thyreoidea in den Kiemendarm.

(*Con.art.*) Conus arteriosus, (*Kiem.Diaph.*) Kiemen-Diaphragma, (*Oes.*) Ösophagus, (*Ps.Br.R.*) Pseudobranchialrinne, (*Med.R.*) mediane Wimperrinne zwischen Mündung der Thyreoidea und dem Ösophagus, (*Thyr.*) Thyreoidea, (*Dors.W.*) dorsale Wimperleiste.

Fig. 15. Horizontalschnitt durch einen 13 mm langen Embryo von *Accipenser ruthenus*.

(*Pap.Ob.k.*) Oberkieferbarteln, (*Mx.sup.*) Oberkiefer, (*Mand.*) Unterkiefer, (*Hyomand.*) Hyomandibulare, (*Hy.*) Hyoid, (*Z.*) Zahn-Anlagen, (*Ki.D.*) Kiemendeckel mit (*Ki.D.Ki.*) Kiemendeckelkieme.

Digitized by Google

Über die Entwicklung des Herzens und der grofsen Gefäfsstämme bei den Selachiern.

Von

Paul Mayer.

Mit Tafel 11 und 12.

Die Darstellung, welche wir über die frühesten Zustände der Gefäße bei den Selachiern in den Lehrbüchern[1] antreffen, fußt, wie es scheint, ausschließlich auf BALFOUR. Dieser spricht sich in seiner Entwicklungsgeschichte der Haifische p. 230 ff. etwa folgendermaßen aus. Im Stadium *G* zeige sich unmittelbar hinter der Kiemenregion zwischen der Wand des Schlundes und dem Darmfaserblatte ein Hohlraum, das Herz. Es habe zuerst noch keine Musculatur, sondern bestehe nur aus einem Endothel. Es sei von vorn herein unpaar; wenigstens habe er »failed to find in Elasmobranchs any traces of two distinct cavities coalescing to form the heart« (p. 231) und sehe daher auch das ursprünglich doppelte Herz der übrigen Wirbelthiere als eine secundäre Bildung an. Die Aorta werde wie bei allen Vertebraten doppelt angelegt; die Anordnung der Arterien biete keine Besonderheiten dar. Dagegen sei das Venensystem anfänglich stark von dem definitiven Zustande verschieden. So entwickeln sich die Cardinalvenen erst verhältnismäßig spät. Zunächst bestehe nämlich nur eine einzige unpaare Vene als directe Fortsetzung des Herzens nach hinten und liege als solche ventral vom Darme, sowohl in seinem präanalen als auch in seinem postanalen Abschnitte. [BALFOUR bezeichnet sie als Vena splanchnica oder subintestinalis; der letztere Name verdient, weil er rein morphologischer Natur ist, den Vorzug und ist auch allgemein angenommen worden.] In der Gegend der Cloake, wo der Darm mit der Haut in Berührung steht, müsse

[1] Ich citire hier als das neueste nur das WIEDERSHEIM'sche »Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere« in der 2. Auflage von 1886, wo p. 673 ff. die Organe des Kreislaufes abgehandelt werden.

Digitized by Google

sich die Subintestinalis natürlich gabeln; gewöhnlich seien ihre beiden Zweige von ungleichem Durchmesser. Nach ihrer Vereinigung hinter dem After verlaufe sie wiederum unpaar als Caudalis unter dem Darme bis dicht an das Ende des Schwanzes.

Dieser einfache Zustand, welcher BALFOUR zum Vergleiche des Circulationssystemes bei Würmern und Wirbelthieren veranlasst, dauere bis zum Stadium *K* fort, um alsdann sich von Grund aus zu ändern. Dies geschehe theils durch den Schwund des postanalen Darmes — falle er fort, so hindere im Schwanztheile nichts die Subintestinalis daran, so weit dorsal zu rücken, dass sie unmittelbar unter die Aorta zu liegen komme — theils durch das Auftreten der Cardinalvenen. Diese »make their appearance before the close of stage *K*, and very soon unite behind with the unpaired section of the caudal vein«. Sei die Vereinigung erfolgt, so zerfalle die Subintestinalis »in front into a number of smaller vessels«. Von den beiden Zweigen um die Cloake schwinde erst der unbedeutende, dann der mächtige, und die Cardinales bleiben so als directe Fortsetzung der Caudalis nach vorn übrig. »This latter then becomes prolonged forwards, and the two posterior cardinals open into it some little distance in front of the hind end of the kidneys« (p. 234).

Diese knappen Angaben über die Cardinales, welche BALFOUR als nachträgliche Erwerbungen der echten Vertebraten bezeichnet, sind mir in ihrem letzten Satze, den ich desswegen auch wörtlich angeführt habe, nicht ganz klar geworden. Sie erfahren aber in der »Comparative Embryology« Vol. 2 p. 535 ff. nur einen Zusatz dahin, dass die Subintestinalis nicht zu Grunde gehe, sondern dass das größte unter den »smaller vessels«, in welche sie zerfalle, als besondere Vene der Spiralklappe erhalten bleibe; im Übrigen ist BALFOUR's Bericht vom venösen und arteriellen Gefäßsystem (über das Herz vgl. unten p. 357) der nämliche, wie ich ihn oben kurz wiedergab.

Was ich selbst an eigenen Beobachtungen zu bieten habe, darf im Großen und Ganzen als eine Bestätigung der BALFOUR'schen Darstellung angesehen werden. Jedoch kann ich einigermaßen in so fern über ihn hinausgehen, als es mir gelungen ist, auf noch früheren Stadien die Duplicität der Gefäße, das Herz nicht ausgeschlossen, theils streng zu beweisen, theils wenigstens sehr wahrscheinlich zu machen. Dass ich in Folge hiervon einzelne von BALFOUR's phylogenetischen Schlüssen nicht anerkennen darf, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden; ich werde am Schlusse meiner Arbeit noch darauf zu sprechen kommen.

Digitized by Google

Entwicklung der Aorta.

Sie ist zwar im Rumpfe bedeutend früher vorhanden als im Schwanze, legt sich aber in beiden Regionen des Körpers gleichartig an, so dass es einerlei ist, ob man ein jüngeres Stadium mehr vorn oder ein älteres mehr hinten untersucht. Man wird auf dünnen Querschnitten (von 5—10 μ) stets finden, dass das Mesoderm entweder mit seinem ventralen freien Rande sich direct nach innen und oben umbiegt, oder aber aus seiner ventralen Portion Zellen und Zellhäufchen hervorgehen lässt (*Torpedo* Taf. 12 Fig. 5, 6, *Scyllium* Taf. 12 Fig. 11); in beiden Fällen wandern diese mit Ausläufern versehenen Zellen am Darme entlang und gruppiren sich schließlich derart, dass sie Hohlräume begrenzen. Von einer soliden Anlage der Gefäße mit nachträglicher Aushöhlung habe ich mich nirgend mit Sicherheit überzeugen können, möchte sie auch nicht einmal für wahrscheinlich halten; nur ist es bei so jungen Embryonen ungemein schwierig zu entscheiden, ob Lücken im Mesoderm (z. B. Taf. 12 Fig. 14*g*) Kunstproducte sind oder echte Gefäße — in diesem Falle natürlich Venen — darstellen, welche durch Auseinanderweichen von Mesodermzellen zu Stande gekommen sind. Dem sei aber wie ihm wolle, so viel ist gewiss, dass eine Zeitlang das ganze arterielle Gefäßsystem in Rumpf und Schwanz sich auf diese beiden Aorten beschränkt, welche — und auch Balfour zeichnet (Taf. 10 Fig. 6) und beschreibt es in ähnlicher Weise — dicht neben einander zwischen Chorda und Darm verlaufen. Sie treten ontogenetisch später auf als der subchordale Strang oder, wie ich ihn kürzer nennen möchte, die Subchorda; hiernach könnte es den Anschein gewinnen, als sei diese es, welche ihre Verschmelzung zum unpaaren Gefäße hindere. Dies ist jedoch nicht richtig. Zwar liegt, so lange die Subchorda noch mit ihrem Mutterboden, dem Darme, zusammenhängt (z. B. Taf. 12 Fig. 3), die rein physikalische Unmöglichkeit zur Vereinigung vor; indessen sieht man doch, wie die Abbildungen Fig. 1 und Fig. 14 beweisen, dass sie sich bereits vom Darme abgelöst hat und nur noch an der Chorda hängt, ehe die bis dahin paaren Aorten in den Zwischenraum hineinwandern und unpaar werden. Diese beiden Processe stehen aber zeitlich einander sehr nahe.

Entwicklung der Subintestinalis und ihrer Zweige im Schwanze.

Wenn Balfour sagt: »There is at first one single primitive vein continous in front with the heart« etc., so hat er die frühesten

Digitized by Google

Stadien auf das Venensystem hin nicht untersucht, oder aber seine Schnitte waren nicht gut genug, um ihm einen Einblick in diese Verhältnisse zu erlauben. Ich bin natürlich weit entfernt davon, ihm hierüber einen Vorwurf machen zu wollen, denn seine Entwicklungsgeschichte der Selachier ist so voll von neuen Thatsachen und Schlüssen, dass es leicht verzeihlich erscheint, wenn er einem einzelnen Punkte vielleicht weniger Aufmerksamkeit zuwandte, als die Sache verdiente. Die erste Anlage der Subintestinalis ist nämlich durchaus nicht einfach, sondern doppelt. Wie überhaupt die großen Venenstämme in ihrem Auftreten den Arterien vorauszueilen scheinen, so findet man auch am Rumpfe und Schwanze junger Embryonen bereits sehr umfangreiche Venen, wenn die beiden Aorten entweder überhaupt noch gar nicht vorhanden oder noch sehr klein sind. Auf recht frühen Stadien fehlt im hinteren Theile des Körpers jegliche Spur von Gefäßen, während sie im Rumpfe schon deutlich sind. Gleichwohl erfolgt das Wachsthum der Venen nicht von vorn nach hinten, vielmehr scheint der Ort, von wo es ausgeht, an der Übergangsstelle des Rumpfes in den Schwanz zu liegen. Es ist mir aber nicht möglich gewesen, dies mit voller Sicherheit zu ermitteln, und zwar aus folgendem Grunde. In dem Abschnitte, wo der Darm noch in offener Communication mit dem Dotter steht, sind bei sehr jungen Embryonen die Venen rechts und links vom Darme zwar hinten ungemein groß und deutlich, liegen auch ziemlich hoch; je weiter man aber bei Betrachtung der Schnitte nach vorn kommt, desto mehr sieht man sie an den Seiten des Darmes nach unten wandern und schließlich aus dem eigentlichen Embryo auf den Dotter übergehen. (Man vergleiche Taf. 12 Fig. 12, wo noch gar keine Gefäße sondern erst ihre Anlagen vorhanden sind, mit Fig. 13 und dem noch weiter vorn geführten, in Fig. 14 abgebildeten Schnitte). Sehr viel mehr nach vorn rücken alsdann wiederum Gefäße aus dem Dotter in den Körper des Embryo herein und münden bald ins Herz. Eine Strecke weit sind daher thatsächlich auf diesen ganz jungen Stadien die Venen noch nicht im Embryo s. str. vorhanden; wie sie sich aber auf dem Dotter verhalten, habe ich nicht sicher feststellen können, weil die Schnitte diese Partien nicht oder nur lückenhaft enthielten. Wahrscheinlich jedoch stehen die Längsvenen, welche in den Dotter hinausbiegen, und die, welche weiter vorn aus ihm wieder in den Embryo hereingelangen, mit einander in Zusammenhang. Jedenfalls begleitet später auch an den Stellen, wo zur Zeit noch keine Venen sichtbar sind, je eine den

Digitized by Google

Darm continuirlich rechts und links, während zugleich je eine andere ihnen mehr oder weniger parallel in der Dotterhaut verläuft. Man hätte dann freilich die Wahl, ob man die letzteren Venen als die hauptsächlichen und die eigentlichen Darmvenen als ihre Zweige betrachten will, oder umgekehrt; wenn man aber sieht, dass die Darmvenen im Schwanze sich direct in die Darmvenen des Rumpfes fortsetzen, so wird man diese auch trotz ihres geringeren Kalibers für die hauptsächlichen und diejenigen der Dotterhaut für ihre Abzweigungen zu halten geneigt sein. Überhaupt muss man ja die Dotterhaut, sobald in ihr alle 3 Blätter vertreten sind, als die laterale und ventrale Wand des Rumpfes auffassen, die nur in frühen Stadien gegenüber dem dorsalen Theile des Embryo enorm umfangreich ist und daher auch eine ergiebige Verzweigung der Gefäße bereits dann aufweist, wenn im Embryo s. str. die Längsstämme, wie gleich gezeigt werden soll, kaum erst Zweige abgeben.

Diese Auseinandersetzung gewinnt an Interesse, wenn man sich die Anschauungen von His[1] vergegenwärtigt, den ich hier zu citiren habe, weil er auch über die Haifische Thatsächliches beibringt. Er sagt nämlich Folgendes: »Bei Plagiostomen ist der Raum des embryonalen Körpers zur Zeit der ersten Bildung nicht so knapp ausgespart, wie bei Knochenfischen und es treten hier verhältnismäßig früh die Spaltlücken zwischen den einzelnen Primitivorganen auf. Dieselben sind aber, wie dies ja auch die Abbildungen von Balfour bestätigen, Anfangs völlig leer und dann nimmt die Ausfüllung derselben ihren Anfang mit dem Hereintreten, theils von einzelnen Zellen theils von Zellensträngen aus dem Gefäßhofe. Bei Embryonen von Balfour's Stadien *G* oder *H* finde ich außerhalb des Körpers Gefäßanlagen und Blutinseln schon angelegt und es treten Fortsätze derselben bis in die Nähe des Körpers; dieser enthält indessen noch keine Blutgefäße, sondern nur vereinzelte Zellen (Leucocyten) in den Lücken um die Chorda herum.« Dies ist vollkommen richtig. In den Gefäßen der Dotterhaut ist das Blut früher vorhanden, als im Embryo s. str., auch sind die Gefäße selbst eher da. Aber dies ändert an der Phylogenese der Kreislaufsorgane nichts, weder im Allgemeinen, noch in diesem speciellen Punkte. Denn weil das Mesoderm, aus welchem sie sich entwickeln, zeitlich und räumlich den beiden primären Keimblättern folgt, so liegen die

[1] W. His, Die Lehre vom Bindesubstanzkeim (Parablast). in: Arch. Anat. Phys. Anat. Abth. 1882 p. 62—108. Citat p. 87.

Digitized by Google

allerersten Gefäße doch am Darm, und zwar, da ja der Dotter ventral zuletzt umwachsen wird, lateral.

Ich betone: eine Zeit lang finden wir zwei kontinuirliche Venen im Körper des Embryo, je eine rechts und links vom Darme. Vorn münden sie ins Herz, hinten laufen sie frei aus und biegen nicht etwa in die beiden Aorten um. Außer ihnen, aber im Zusammenhange mit ihnen, verläuft im Dotter eine große Vene links und eine eben solche rechts, von denen auch bereits Zweige abgehen mögen. Lange aber dauert dieser Zustand nicht. Denn schon auf etwas späteren Stadien werden die beiden Körpervenen unpaar. Dies geschieht im Allgemeinen in der Richtung von vorn nach hinten, jedoch im Rumpfe wesentlich anders als im Schwanze. Da sich nämlich der Darm in seinem mittleren Theile später zu einem Rohre schließt, als hinten, so liegt hier gewissermaßen ein mechanisches Hindernis zur Vereinigung der paaren Venen vor. Dies scheint mir das Verhalten zu erklären, wie ich es in Taf. 12 Fig. 9, 8 und 7 wiedergegeben habe, wo bei bereits unpaarer Aorta die Venen weiter vorn noch paar, hinten schon unpaar sind. Alsdann findet, wie das Vorkommen von Blutkörperchen in den Gefäßen und die Existenz des Herzens nahe legen, schon Circulation statt; allerdings erst im präanalen Körpertheile, denn weiter nach hinten fehlen die Gefäße überhaupt noch. Es ist nun interessant zu sehen, wie außer der (paaren oder unpaaren) Aorta und der (paaren oder unpaaren) Subintestinalis bereits Quergefäße vorhanden sind. Dieselben (Taf. 11 Fig. 17, Taf. 12 Fig. 7, 8, 10 etc.) umgürten den Darm und auch nur ihn; denn außer ihnen sind im Rumpfe und Schwanze absolut keine Spuren von Gefäßen oder selbst nur Anlagen dazu wahrnehmbar, lassen auch noch geraume Zeit auf sich warten. Dieses eigenthümliche Verhalten bleibt im Schwanz ungemein lange bestehen; denn sogar bei *Torpedo*-Embryonen von 12 mm Länge sind die Quergefäße noch vorhanden, führen auch Blut (Taf. 11 Fig. 17). Es ist daher jede Möglichkeit dazu ausgeschlossen, dass wir es hier mit Kunstproducten zu thun haben könnten; einzig und allein ließe sich zugeben, dass ihr so verschiedenartig weites Lumen mitunter nicht der Natur entspreche. Da sie aber nicht genau senkrecht zur Längsachse des Embryo verlaufen, so habe ich nur vergleichsweise selten die Communication von Aorta und Subintestinalis auf ein und demselben Schnitte (Taf. 12 Fig. 7) angetroffen. Da ferner diese sehr zarten Gebilde auf Längsschnitten viel weniger auffallen, als auf Querschnitten, so bin ich mir nicht

Digitized by Google

darüber ins Klare gekommen, ob sie metamer sind. Höchst wahrscheinlich nicht; denn obwohl sich die Darmwand in einigermaßen segmentalen Abständen verdünnt, so dass Platz für entsprechende Anschwellungen der Vene bleibt, welche ja zwischen Darm und Muskeln liegt, so geht doch nicht von jeder solchen Anschwellung ein Quergefäß nach oben zur Aorta ab. Allerdings wäre es möglich, dass die Ungleichmäßigkeiten nur in der nicht genau gleichzeitigen Entwicklung aller dieser Gefäße ihren Grund hätten, was bei den zu nur kurzer Existenz bestimmten Organen (dem Schwanzdarme sowohl als auch diesen Gefäßen selber) vielleicht nicht auffällig erscheinen möchte. Übrigens darf ich nicht versäumen, darauf hinzuweisen, dass bereits SCHNEIDER[1] die Quergefäße gezeichnet hat, allerdings unrichtig, und dass er sie darum auch irrthümlich als Lymphräume gedeutet hat. KOWALEVSKI[2] dagegen, welcher 9 Jahre früher (1870) gleichfalls einige Thatsachen aus der Entwicklungsgeschichte der Selachier bekannt machte, darunter den berühmten Canalis neurentericus, kam damals nicht weiter als bis zur Erkennung vereinzelter Zellen zwischen Darm und Mesoderm, obwohl die Zeichnungen bei gutem Willen die beiden Venen und ein Stück eines Quergefäßes erkennen lassen[2].

Die Vereinigung der beiden Hauptvenen zur Subintestinalis stößt, wie gesagt, im Rumpfe so lange auf ein Hindernis, als der Darm ventral noch mit dem Dotter zusammenhängt. Während dieser Periode vollzieht sie sich im Schwanze bereits in der Art, dass beide Venen ventral vom Darme zusammenrücken und verschmelzen. Dies

[1] ANTON SCHNEIDER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere. Berlin 1879. Taf. 12 Fig. 1. Text p. 98: »Dann legt sich die Darmfaserplatte an den Darm, es bleibt aber noch eine geraume Strecke an beiden Seiten des Darmes, ein ziemlich weiter von Bindegewebszellen ausgekleideter Raum, welchen man wohl als Lymphraum betrachten darf.« Ich wurde auf diese ziemlich verborgene Stelle erst ganz am Schlusse meiner Untersuchungen aufmerksam.

[2] A. KOWALEVSKI, Zur Entwicklungsgeschichte der Haie, nach Beobachtungen an *Mustelus laevis* und *Acanthias vulgaris*. in: Schrift. Nat. Ges. Kiew 1. Bd. 1871 (russisch) p. 163—187 Taf. 7 und 8. Es heißt auf p. 178: »Der Schnitt ..... zeigt uns das Auftreten eines ganz neuen Systems von Zellen, die zwischen dem Darmdrüsenblatte und der Darmfaserplatte des mittleren Blattes liegen. Diese Zellen verbreiten sich auch nach oben und lagern sich zwischen Nervenrohr, Haut und Chorda. Aus diesen Zellen entstehen die Gefäße und sie entsprechen den Zellen des Hühnchens, welche HIS aus dem weißen Dotter ableitet und welche nach den Beobachtungen dieses Forschers durch den Keimwall in die Spalte zwischen den beiden Hüllen des Darmcanales dringen sollen.« Hiervon könne aber bei Plagiostomen keine Rede sein.

Digitized by Google

sollte streng in der Richtung von vorn nach hinten geschehen, da ja auch die Schwanzsegmente selbst in dieser Richtung zu sprossen scheinen, so dass in jedem jüngeren Metamere dieselben Vorgänge von Neuem sich abspielen, die ein älteres bereits durchgemacht hat. Aber auch hier finden wir Unregelmäßigkeiten. In dem Maße, wie der postanale Darm sich rückbildet, werden die ihn umspinnenden Gefäße relativ (vielleicht auch absolut) kürzer und dicker, so dass er zuletzt förmlich in einem Sinus zu liegen scheint, welcher indessen eigene Wandungen besitzt und so ganz deutlich seinen Ursprung zu erkennen giebt (Taf. 11 Fig. 17). Weil der Darm sich aber durchaus nicht etwa ebenfalls in der Richtung von vorn nach hinten rückbildet, sondern eher in der entgegengesetzten, so ergeben sich daraus Complicationen. So ist z. B. bei *Torpedo* in (ob segmentalen?) Intervallen die Darmwand ventral in einen Zipfel ausgezogen, so dass die Subintestinalis alsdann noch paar bleibt, während sie vor und hinter einer solchen Stelle bereits unpaar ist. (Ähnliche Verhältnisse kommen bei der Verschmelzung der beiden Aorten vor, die zuerst stellenweise erfolgt, so dass Stücke der unpaaren mit paaren abwechseln.) Wie groß diese Abweichungen sein können, das zeigen die Fig. 12—17 der Taf. 11, welche alle einer einzigen Schnittserie angehören und den postanalen Theil des Embryo betreffen. Ganz hinten (Fig. 17) haben wir paare Venen, dann eine unpaare Subintestinalis, darauf bei kaum größerem Darme paare, dann wieder ihre Verschmelzung unter dem Darme; dieser fehlt weiter nach vorn gänzlich, tritt aber dann nochmals auf (Fig. 13), und nun liegen die Venen als Subintestinalis bereits über dem Darme, um diese Lage bis vor den After beizubehalten. Bei einem anderen Embryo habe ich ferner dorsal vom Darme eine kleine Vene beobachtet (Fig. 18), welche in Volum und Lage auf den Folgeschnitten etwas schwankt. Und so werden, bis aus dem ursprünglich doppelten Gefäße ein einheitliches geworden ist, wohl allerlei im Einzelnen unverständliche Processe auftreten, die aber doch schließlich zur Verschmelzung führen. Was aus dem postanalen Darm wird — ob Mesodermzellen oder ob Nährmaterial für Leucocyten — habe ich eben so wenig feststellen können, wie das weitere Geschick der Quergefäße um den Darm, die gleichfalls zu Grunde gehen, so dass sie auf späteren Stadien nur noch ganz nahe dem Ende des Schwanzes zu finden sind.

Während so im Schwanze des Embryo bei dem frühzeitigen Abschlusse des Körpers auf der Bauchseite die beiden Venen sich

Digitized by Google

auf ziemlich einfache Weise vereinigen, gehen im Rumpfe wegen des Nahrungsdotters noch allerlei andere Processe nebenher und erschweren die definitive Gestaltung der Hauptvene ungemein. Ehe ich daher die Subintestinalis in diesem Theile ihres Verlaufes besprechen kann, muss ich die Dotter- und Nabelgefäße erörtern.

Circulation auf dem Dottersacke. Nabelgefäfse.

Im Großen und Ganzen kann ich der Darstellung, welche BALFOUR (Haifische, p. 235 ff.) von der Circulation auf dem Dottersacke entwirft, nur zustimmen; gleich ihm habe ich die Hauptstadien lebend beobachtet und das Meiste auf Schnitten controllirt. Der Embryo ist freilich, so lange er noch sehr jung ist, zu undurchsichtig, um Beobachtungen über den Blutstrom zu ermöglichen, was um so mehr zu bedauern ist, als ich gern den Kreislauf in den paaren Gefäßen gesehen hätte. Bei *Pristiurus* z. B. von etwa 4 mm Länge (bei natürlicher Krümmung; dies würde reichlich 5 mm bei künstlich gestrecktem Körper ergeben), der bereits Bewegungen mit Kopf und Schwanz macht, sieht man allerdings das Herz schlagen, aber das ist auch Alles. Dagegen kann man später, wenn das Blut erst lebhaft roth geworden ist, schon mit einer guten Lupe die Strömungsverhältnisse in der Haut des Dottersackes und auch in den Hauptgefäßen des Embryo leicht wahrnehmen.

BALFOUR nun beschreibt 5 Stadien: im ersten, wo das Blastoderm bereits etwa die Hälfte des Dotters überzieht, findet er nur die Arteria omphalica[1], die sich an ihrem Ende in zwei bogenförmige Äste gabelt, nimmt aber das Vorhandensein von Venen am verdickten Rande des Blastoderms an. Ich habe hierzu nur zu bemerken, dass zwar die Arterie mit ihren zwei Ästen alsdann in der That vorhanden und auch, wie conservirte und gefärbte Präparate lehren, mit Flüssigkeit und zelligen Elementen gefüllt ist; da aber die rothen Blutkörperchen noch fehlen, so lässt sich auf der weißen Unterlage, welche der Dotter bietet, die Circulation nicht verfolgen.

Im zweiten Stadium überzieht das Blastoderm den Dotter bis auf eine kleine fast kreisförmige Stelle. Diese wird von den beiden Ästen einer starken Vene umfasst, welche von dort aus sich direct auf den Embryo zu wendet; die beiden Äste der Arterie

[1] HIS (Über die Bildung der Haifischembryonen. in: Zeit. Anat. Entw. 2. Bd. 1877 p. 115 Taf. 7 Fig. 9) nennt sie »Gefäßstreifen« und unterscheidet ferner einen »Blutstreifen«, längs dessen später eine Vene [omphalica?] verlaufe.

Digitized by Google

erstrecken sich weit über den Bereich des Embryo hinaus und berühren sich, indem sie den venösen Kreis umfassen, mit ihren Enden beinahe, bilden also eine fast geschlossene weite Ellipse. Ich kann die Richtigkeit dieser Darstellung lediglich bestätigen.

Im dritten Stadium ist der Dotter völlig vom Blastoderm eingehüllt, darum auch der venöse Kreis verschwunden; der arterielle Ring verbreitet sich bereits über den halben Dotter. Ein wenig später, im 4. Stadium, ist der Theil des Dotters ohne arterielle Gefäße nur noch klein, und im 5. und letzten sogar ganz in Fortfall gekommen, so dass nun sowohl der venöse als auch der arterielle Gefäßstamm ohne jegliche Ringbildung sich einfach baumförmig auf dem Dottersacke verbreiten.

Über das 3. Stadium besitze ich keine eigenen Beobachtungen; das 4. und 5. sind mit Ausnahme eines einzigen Punktes richtig geschildert. Balfour sagt nämlich: »The venous trunk leaves the body on the right side, and the arterial on the left« (p. 237). Dies wird manchem Leser ziemlich bedeutungslos erscheinen und kam auch mir anfänglich so vor. Ich nahm mir aber doch die Zeit, nicht nur einige lebende Embryonen, sondern auch Quer- und Längsschnitte daraufhin anzusehen und fand, dass bei *Pristiurus*, *Raja*, *Torpedo*, *Mustelus* und den beiden *Scyllium*-Arten die Lageverhältnisse der Umbilical-Arterie und -Vene umgekehrt sind. Übrigens giebt Balfour auf Taf. 11 Fig. 9 eine richtige Abbildung, so dass mir sein Irrthum im Texte nicht recht verständlich ist. Schneider wiederum sagt von *Spinax acanthias* ausdrücklich, die Arterie gehe rechts von der Aorta ab, zeichnet sie aber in mehreren Figuren der Tafel 12 links[1]. Auch Leydig[2] bildet sie für *Acanthias* links ab, da er aber im Texte »ein oder zwei (?) Äste hinaus in den Gefäßhof«

[1] Sollten diese Abweichungen zwischen Beschreibung und Abbildung darin ihren Grund haben, dass die Schnitte beim Ordnen auf dem Objectträger mit der Unterseite nach oben geriethen, oder wurde der Embryo in der Richtung von hinten nach vorn geschnitten? Wahrscheinlich war Letzteres der Fall, denn auch bei der Beschreibung wird derselbe Weg eingeschlagen. — So lange mir für mein Thema der Unterschied in den beiden Antimeren noch ohne besondere Bedeutung erschien, hatte ich meine eigenen Zeichnungen einfach so angefertigt, wie die Schnitte auf dem Objectträger lagen, habe aber später durch den Lithographen alle diejenigen spiegelbildlich umdrehen lassen, welche von hinten nach vorn aufgereiht waren. Darum entspricht nun in sämmtlichen Abbildungen der Tafeln 11 und 12 die rechte Seite der Figur der linken des Körpers, wie dies allgemein gebräuchlich ist.

[2] F. Leydig, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852. p. 98. Taf. 4 Fig. 3.

Digitized by Google

dringen lässt, so ist dem sonst so scharfsichtigen Beobachter, dessen Zeichnung im Übrigen genau ist, wohl ein Irrthum untergelaufen[1].

Bei lebenden Embryonen von *Pristiurus*, die etwa 15 mm lang waren, konnte ich deutlich erkennen, dass die alsdann bereits längst unpaare Subintestinalis in ihrem ganzen Verlaufe (also die Caudalis s. str. und die Vene in der Spiralklappe; s. hierüber weiter unten p. 355) sehr viel Blut führe, während die Cardinales posteriores noch verhältnismäßig unbedeutend waren. Die Subintestinalis bog am Hinterrande des Dotterstranges ein wenig aus dem Rumpfe heraus in jenen hinein und mündete in die ihr aus dem Dotter entgegenkommende, sehr viel mächtigere Nabelvene. Die Nabelarterie ging etwa in der Höhe des Herzens rechts von der Aorta ab und verlief rechts schräg nach hinten und unten, um in den Dotterstrang zu gelangen. Genau dasselbe, nur mit Umkehrung von rechts und links, ist auch in der LEYDIG'schen Zeichnung wiedergegeben. Dies aber stellt für die oben genannten Selachier den fertigen Zustand dar, wie er bis zum Aufhören des Dotterkreislaufes anhält, und es fragt sich daher, wie gelangen wir zu den beiden unpaaren Nabelgefäßen? BALFOUR bemerkt nur so nebenher, die Circulation auf dem Dotter sei gänzlich von der bei den Amnioten verschieden, macht aber keinen Versuch zu ihrer Erklärung, und nach ihm scheint sich Niemand mehr um diesen Gegenstand gekümmert zu haben.

Oben zeigte ich, dass auf einem noch sehr jungen Stadium der Embryo im Rumpfe und Schwanze nur folgende Gefäße hat, die ausnahmslos am Darme oder in seiner unmittelbaren Nähe verlaufen: Eine vorn unpaare, hinten noch paare Aorta; von ihr aus hinten Quergefäße um den Darm herum zu den Venen; endlich diese selber als zwei weite Gefäße, die vorn ins Herz münden. Im Dotter ist noch nichts von einer regelmäßigen Anordnung der Venen zu finden, und von Arterien kann, wie wir gleich sehen werden, hier überhaupt noch keine Rede sein. Es sind aber Gefäße vorhanden und sie führen auch bereits zellige Elemente, wenn gleich noch kein rothes Blut. Dieses Stadium ist jünger als das erste BALFOUR'sche und begreift Embryonen von weniger als 4 mm Länge in sich.

Es liegt nun ungemein nahe, aus der definitiven Einrichtung

[1] KOWALEVSKI's Abbildungen vom Dotterkreislaufe sind, wie alle zu seiner Arbeit gehörigen, leider so unglaublich schlecht lithographirt, dass sie für unseren Zweck nicht zu benutzen sind. Weitere Angaben habe ich in der Litteratur nicht aufgefunden

Digitized by Google

der Nabelgefäße folgenden Rückschluss auf jenen einfacheren Zustand zu machen: Die Nabelvene ist die directe Fortsetzung der inzwischen bereits unpaar gewordenen Subintestinalis, die Nabelarterie dagegen die Verlängerung irgend eines mittlerweile entstandenen Quergefäßes der Rumpfgegend. In der That trifft diese einfache Conjectur theilweise das Richtige; ich habe aber erst sehr zahlreiche Querschnittserien durchmustern und in Gedanken wieder aufbauen müssen, ehe ich das wirklich bestehende interessantere Verhalten genau kennen und begreifen lernte.

Der Beschreibung des auf jenes junge Stadium unmittelbar folgenden möchte ich eine Abbildung (Taf. 11 Fig. 1) zu Grunde legen, die ich nach einer Schnittserie selber reconstruirt und durch einen geübten Zeichner plastisch habe wiedergeben lassen[1]. Sie stellt den größten Theil des Darmes und der Gefäße eines etwa 4 mm langen *Pristiurus* dar. Man sieht zunächst hinter dem Anus *A* — er ist noch nicht offen und nur durch die Vorwölbung des Darmes nach unten zu kenntlich — die doppelte Aorta mit den

[1] Ich habe, um ein eigenes Urtheil über den Werth von Reconstructionen zu gewinnen, selber zwei ausgeführt. Bei jeder trug ich die Querschnitte der Arterien und Venen sowohl auf die Sagittal- als auf die Horizontalebene auf und erhielt so je zwei Projectionen. Da aber die Gefäße sich in diesen Bildern auch mit Farben nur schwierig aus einander halten lassen, so musste ich dazu übergehen, aus den Projectionen unter Zuhilfenahme der Querschnitte vom Zeichner eine körperliche Ansicht anfertigen zu lassen, welche die thatsächlichen Verhältnisse möglichst getreu wiedergäbe. Das Resultat scheint mir aber in keinem Verhältnisse zur aufgewandten Mühe zu stehen. Denn erstlich habe ich doch schon einige Verzerrungen in den Contouren der Gefäße weggelassen, da ich sie mit mehr oder weniger Recht auf fehlerhafte Schnitte zurückführen durfte, bin also immerhin etwas schematisch verfahren. Ferner muss ich doch auch neben der Totalansicht, damit sie Glauben erwecke, die entscheidenden Schnitte (Taf. 11 Fig. 7—11) abbilden, und wenn ich dies einmal thun muss, so genügt als Beigabe auch ein ganz einfaches Schema, wie es sich mir bei Durchmusterung der Schnittserien in der Phantasie gestaltet. Ja, ich bin alsdann in der vortheilhaften Lage, dass ich störendes Beiwerk vermeiden kann. Überhaupt darf man heut zu Tage dem zoologisch geschulten Leser schon zumuthen, sich aus einer Anzahl getreu wiedergegebener Querschnitte selbst eine Anschauung von der Anordnung auch complicirter Organe zu bilden, vorausgesetzt, dass der begleitende Text klar ist.

In unserem speciellen Falle ist die Reconstruction des postanalen Theiles in so fern beträchtlich schematisirt, als ich die von den Aorten oder den Venen ausgehenden Stümpfe von Quergefäßen weggelassen und nur die wenigen gezeichnet habe, die zweifellos vom arteriellen bis in den venösen Längsstamm reichten. Sie sind ferner genau quer ausgefallen, weil ich sie, statt ihre unregelmäßigen Erweiterungen und ihren allmählichen Übergang in die Aorta resp. Längsvene zu berücksichtigen, einfach als enge Rohre projicirte.

Digitized by Google

Quergefäßen. Ganz vorn ruht auf dem hier schon geschlossenen Darme das Herz *H*, in welches von hinten her die beiden Venen einmünden. Während aber die linke sehr mächtig ist und sogar auf der größten Strecke des nach dem Dotter zu offenen Theiles des Darmes allein besteht, sind von der rechten nur noch Stücke vorhanden, nämlich ganz vorn bei *x* eines, ferner ein anderes bei *y* und endlich eines in der Aftergegend. Mit anderen Worten: die Venen sind nur hinter dem After noch unverändert paar und auch von gleichen Dimensionen; weiter nach vorn haben wir ein sehr geräumiges unpaares Stück — also eine Subintestinalis — das sich auch bei *Vu* als Nabelvene in den Dotter hinein fortsetzt; dann tritt, so wie der offene Darm beginnt, auch der paare Zustand wieder auf, um bis zum Herzen anzudauern. Allerdings nur potentia, weil auf einem großen Theile des Darmes das rechte Gefäß fehlt. Es war aber bekanntlich früher vorhanden und führte also, falls überhaupt alsdann bereits eine geregelte Circulation bestand, gleich der linken Vene das Blut von hinten nach vorn. Jetzt hingegen lässt der Stumpf *y* sein Blut nach hinten strömen, damit es zur Subintestinalis gelange[1]. (Bei *Torpedo* konnte ich ihn als enges Gefäß sehr viel weiter nach vorn, fast bis zur Höhe des Punktes *q* verfolgen.) Sehen wir also von dem vorderen Stücke für einen Augenblick ab, so haben wir eigentlich nur noch links eine Vene, und nichts hindert sie daran, in dem Maße, wie der Darm sich schließt, mehr und mehr ventral zu rücken, die Reste des rechten Gefäßes sich zu incorporiren und so zur Subintestinalis zu werden, die nach dieser Darstellung also nur in ihrem Schwanztheile ein wirklich unpaares, im Rumpfe dagegen mehr ein asymmetrisches Gefäß sein würde (vgl. hierüber auch unten p. 354).

Die Lage der Nabelvene auf der linken Seite wäre also gerechtfertigt; wie aber kommt die Nabelarterie zu Stande? Einfach dadurch, dass ein Stück der rechten Vene durch segmentale Quergefäße mit der Aorta in Verbindung tritt und mit dem anderen Ende in den Dotter hinaus wächst. In der Figur steht die Vene noch in offener Communication mit dem Herzen, aber dies dauert nicht lange (s. hierüber unten p. 352), und dann ist jede Spur der ursprünglichen Bedeutung der Nabelarterie verschwunden. Geht man aber in der Ontogenese zurück, so findet man nicht nur ein einziges derartiges Quergefäß, sondern mehrere. Ich

[1] Die Gabelung in die beiden dünnen Zweige mag zufällig sein, wurde aber genau nach den Schnitten copirt.

Digitized by Google

habe an verschiedenen Embryonen von *Scyllium canicula*, *Torpedo*, *Pristiurus* und *Mustelus* bis zu 6, meist jedoch mit Sicherheit nur 4 gezählt. Dass sie segmental auftreten, lässt sich sowohl an der gleichen Zahl Querschnitte erkennen, welche zwischen je zweien liegen, als auch daran, dass genau oder fast genau gegenüber jedem Quergefäße die Aorta auch auf der linken Seite einen Zweig abgiebt (Taf. 11 Fig. 2). Dieser geht allerdings nicht um den Darm herum und öffnet sich nicht in die linke Vene, sondern endet nach kurzem Verlaufe blind, zeigt aber doch, dass wir es hier mit metameren Gebilden zu thun haben. Diese vier (oder sechs) Äste nun vereinigen sich nach kurzem Verlaufe zu einem Längsstamme, welcher auf jüngeren Stadien sich noch weit nach hinten am Darme entlang erstreckt, genau gegenüber der linken Vene, mithin als Stück der rechten Vene aufzufassen ist. Später freilich verschiebt er sich derart, dass er schräg zur ursprünglichen Längsrichtung verläuft (Taf. 11 Fig. 1) und dann mehr den Eindruck eines Längsgefäßes macht. Zugleich schließen sich von den Quergefäßen alle der Reihe nach bis auf eins der beiden von Hause aus bedeutenderen, und dieses bildet nun das Anfangsstück der definitiven Nabelarterie. Bei *Torpedo ocellata* ist dies an Embryonen von 11 mm Länge der Fall; solche von 9 mm zeigen noch 2, solche von 8 mm noch 3 Communicationen zwischen der Aorta und der rechten Vene, während die Abbildung Taf. 11 Fig. 2 und 3 einem Embryo von etwa 6,5 mm entstammt.

Da um die Zeit, wenn die Nabelarterie definitiv gebildet ist, noch keine äußeren Kiemen vorhanden sind, so wird die Athmung, d. h. die Oxydation des Blutes weniger im Kopfe des Embryo als auf dem Dottersacke erfolgen. Hieraus erklärt sich denn auch die Nothwendigkeit eines sehr geräumigen Gefäßes, welches das Blut vom Herzen aus zu ihm hinführt, ergiebt sich aber zugleich, dass die Versorgung der einzelnen Organe mit sauerstoffreichem Blute eine ganz andere sein wird als später. Ferner ist zu beachten, dass selbst bei einem schon so weit entwickelten Embryo von allen Organen des Körpers nur der Darm und seine Anhänge, welche in dieser Periode sich zu bilden beginnen, reichlich mit Blut versorgt werden (in so fern an oder in ihnen die Längs- und Quergefäße verlaufen), während sogar das Nervensystem der Gefäße noch völlig entbehrt.

Die definitive Ursprungsstelle der Nabelarterie liegt genau in der Höhe, wo vorn der Urnierengang beginnt. Dies geht auch aus der

Digitized by Google

LEYDIG'schen Abbildung hervor. Zwei Exemplare von *Mustelus* mit 48 resp. 49 Segmenten (als das erste betrachte ich hier das unmittelbar hinter den Kiemen gelegene; das letzte am Schwanzende ist ungemein lang und umfasst eine große Anzahl erst potentia vorhandener) zeigten die vordere Grenze der Arterie in der Höhe des 6., die hintere in der des 8. Segmentes; bei einem jüngeren von nur 41 Segmenten reichte die Ursprungsstelle vom 5.—8. Bei *Torpedo* fand ich sie vom 6.—10. und auch bei *Pristiurus* war in einem Falle ihr Vorderrand in der Höhe des 6. Segmentes, so dass man für sämmtliche Selachier eine Constanz in der Lagerung annehmen und die Differenzen auf die Schwierigkeit, den Anfangspunkt der Zählung richtig festzustellen, schieben darf. Die Nabelvene tritt viel weiter hinten in den Körper ein; bei den größeren so eben genannten Exemplaren von *Mustelus* verläuft ihr Vorderrand etwa in der Höhe des 12. Segmentes, später jedoch rückt sie, weil der Darm sich von hinten her allmählich schließt und der Nabelstrang enger wird, der Arterie ganz nahe.

Nach dem Angeführten besteht also die Nabelarterie aus einem rechten Quergefäße, einem Stücke der rechten Hauptvene und einem Zweige der letzteren zur und auf der Dotterhaut. Wenn ich also in dieser Weise die beiden Nabelgefäße morphologisch erklärt zu haben glaube, so bliebe doch noch zu eruiren übrig, warum die Vene links, die Arterie rechts liegt, und warum nicht das Umgekehrte der Fall ist. Ich gestehe offen, dass ich hierüber nicht einmal eine Muthmaßung hege und a priori auch nicht einsehe, warum sie bei letzterer Lage nicht eben so gut ihre Dienste leisten könnten.

Entwicklung der Subintestinalis im Rumpfe. Cardinales posteriores.

Hat sich die Verbindung zwischen dem Herzen und demjenigen Abschnitte der rechten Vene gelöst, welcher einen Theil der Nabelarterie bildet (Taf. 11 Fig. 1 bei *x*), so geht der vordere Stumpf nicht etwa zu Grunde, sondern bleibt bestehen, ja erweitert sich auf späteren Stadien bedeutend und wird zu einem der beiden großen Gefäße, welche das Blut aus der Leber ins Herz, genauer zunächst in den Sinus venosus leiten. BALFOUR lässt (Comp. Embr. pag. 536) die Lebervenen sämmtlich aus der Subintestinalis hervorgehen, SCHNEIDER hingegen trifft in seinen Abbildungen bereits das Richtige, obwohl er den Gegenstand nicht nur sehr cursorisch

Digitized by Google

behandelt, sondern auch nicht recht übersichtlich dargestellt hat. Ich mache auf das kurze Capitel »Darm und Dottergefäße der Haifischembryonen verglichen mit denen des *Amphioxus* und *Petromyzon*« (l. p. 344 cit. p. 96—98) aus dem Grunde aufmerksam, weil BALFOUR die SCHNEIDER'sche Arbeit für die Selachier nicht benutzt hat. Die »primäre Darmvene« [nach der gebräuchlichen Benennung die Subintestinalis] soll bei einem Embryo von 11 mm [es ist *Acanthias* gemeint; seine »Lymphräume« wurden bereits oben p. 344 erwähnt], der erst die Cardinales anteriores besitzt, hinten nur unterhalb des geschlossenen Darmes verlaufen; wo der Darm offen ist, fehle sie, weiter nach vorn trete jedoch wieder eine »Vene der Darmfalte« auf, welche sich in die Leber begebe und vor ihr in den Sinus venosus münde. Links seien vorn zwei Venen vorhanden, die Nabelvene und eine andere, welche sich mit der rechten Vene vereinige. Offenbar hat SCHNEIDER, dem nur ein Exemplar ohne Dottersack zur Verfügung stand, den Zusammenhang von Nabelvene und Subintestinalis am Hinterrande des Nabelstranges nicht erkannt und deutet nun die Befunde, so gut es geht. — An Embryonen von 18 mm, ähnlich auch bei solchen von 13 und 15 mm Länge, zerfalle die Subintestinalis vor dem After in einen ventralen und einen dorsalen Ast; letzterer trete in die Spiralfalte und vereinige sich weiter nach vorn mit einer kleinen Vene zur Vena mesaraica. Diese bilde zusammen mit der Nabelvene die Pfortader und gelange so in die Leber; der ventrale Ast scheine weiter vorn an der Mündung des Ductus choledochus blind zu enden. »Die Dottersackarterie giebt nur einen sehr dünnen Ast zum Darm, welcher bald [zeitlich oder räumlich?] verschwindet, so dass vermuthlich das Blut unmittelbar aus der Aorta an den Darm gelangen wird.« Dies ist nun freilich bei Embryonen von *Mustelus* und *Pristiurus*, die ich daraufhin untersuchte, im gleichen Alter nicht der Fall; es wäre ja aber möglich, dass bei *Acanthias* noch ein Stück der rechten Vene nach vorn von der Nabelarterie in Zusammenhang mit ihr bliebe, und dieses könnte dann wohl den »dünneren Ast« vorstellen. — Bei noch älteren Embryonen sei die »primäre Darmvene« verschwunden, die Vena mesaraica erstrecke sich aber auch bei Erwachsenen noch durch die ganze Darmfalte. Wenn aber die Mesaraica nach SCHNEIDER's eigener Angabe aus der Subintestinalis und einer »kleinen« Vene entsteht, warum lässt er nicht jene persistiren? Hier ist, wie Jeder mir zugeben wird, die BALFOUR'sche Darstellung genau derselben Thatsachen prägnanter.

Digitized by Google

Wie Balfour ganz richtig bemerkt, rückt im Schwanze, indem der Darm verschwindet (Taf. 11 Fig. 23, 22), die Subintestinalis so weit dorsal, dass sie als Supraintestinalis bezeichnet werden könnte. Sie bleibt aber als solche einstweilen noch doppelt, wandert dann (Fig. 20) in der Höhe des Afters rechts und links vom Darme langsam ventralwärts, so dass sie weiter vorn im Rumpfe wiederum eine paare (Fig. 19) und erst noch mehr vorn (Fig. 25) eine unpaare (asymmetrische) Subintestinalis ist. Mithin erhält sich der ursprüngliche Zustand am längsten in der Aftergegend. Die Balfour'sche Angabe, von den beiden Gefäßen am After sei gewöhnlich das eine bedeutend größer als das andere, kann ich dahin erweitern, dass es bei *Torpedo* und *Scyllium stellare* das rechte ist. Meist sind auch beide oberhalb des Darmes hier und da durch kleinere Gefäße verbunden (Taf. 11 Fig. 21) oder aber geradezu unpaar. — Die unpaar gewordene Subintestinalis (Fig. 25 *vs*) verläuft nun unter dem Darme nach vorn bis zum Dotterstrange; meist liegt sie nicht genau ventral, sondern schräg links, wird aber beim Zusammenflusse mit der Nabelvene entschieden links und behält diese Lage bis zur Einmündung in den Sinus venosus bei.

Diese einfachen Verhältnisse compliciren sich durch das Auftreten der Cardinales posteriores. Auf welchem Wege sie entstehen, lässt Balfour im Unklaren; er betont eben nur ihr spätes Auftreten. Auch ich habe nicht viel mehr ermittelt, denn bei Embryonen von diesem Alter ist die Unterscheidung bloßer Lücken im Bindegewebe von wirklichen Venen ungemein schwierig, ja vielleicht für unsere heutigen mikrotechnischen Hilfsmittel geradezu unmöglich. Indessen kann ich doch melden, dass sie in der Richtung von vorn nach hinten wachsen. Wenigstens sieht man verhältnismäßig früh bereits dicht hinter der Region des Herzens neben der Aorta zwei Gefäße, die ich nach ihrer Lage für die Cardinales posteriores halten möchte, und die nach hinten zu undeutlich werden, d. h. auf manchen Schnitten völlig unsichtbar sind, dann wieder erscheinen etc. Mitunter sind sie nur gerade so weit, dass ein Blutkörperchen bequem darin Platz hat, und dann ist es durchaus Sache des Zufalls, ob man sie wahrnimmt oder nicht. Wenn aber längst schon die Supraintestinalis unpaar geworden ist, sind die Cardinales an der Stelle der späteren Vereinigung mit ihr noch nicht zu finden. Dieses späte Auftreten bringt es daher auch mit sich, dass beide Cardinales, um sich mit der unpaaren Supraintestinalis verbinden zu können, selbst erst auf eine kurze Strecke in der Mittellinie zusammenfließen und, unpaar

Digitized by Google

geworden, dorsal in jenes Gefäß einmünden (Taf. 11 Fig. 27). An dieser Stelle fehlt natürlich der »Interrenal body«, welcher sich (Fig. 26) weiter nach vorn zwischen beiden Cardinales vorfindet.

Nach erfolgter Verschmelzung hat die Subintestinalis viel von ihrer früheren Bedeutung als Hauptvene verloren. BALFOUR giebt an (s. oben p. 339), sie zerfalle in eine Anzahl Venen, von denen die bedeutendste eine in der Falte der Spiralklappe verlaufende sei. Für mich ist indessen nicht diese Vene, sondern die ventral vom Darmlumen hinziehende ihrer Lage wegen die eigentliche Subintestinalis, trotzdem sie an Umfang erheblich eingebüßt hat. Bei älteren Embryonen liegt sie aber schon ein beträchtliches Stück vor dem After nicht mehr genau ventral vom Spiraldarm, sondern gabelt sich in zwei seitliche Zweige (Taf. 11 Fig. 4 resp. 5 *vs*). Von diesen scheint dann nur der eine noch die Verbindung mit der Supraintestinalis (oder was dasselbe heißt: der nun definitiv dorsal vom Darme gelegenen Caudalis, Fig. 6 *vc*) aufrecht zu erhalten. Nach vorn lässt sie sich dann noch bis zur Nabelvene verfolgen, allerdings stellenweise nur mit Mühe. Ob und wie weit sie bei Erwachsenen noch fortbestehe, habe ich nicht selber untersucht; auch die leider sehr kurze vorläufige Mittheilung von PARKER[1], welcher das Gefäßsystem von erwachsenen *Mustelus* eingehend studirt zu haben scheint und auf die embryologischen Verhältnisse Rücksicht nimmt, lässt uns hier im Stiche.

Nach PARKER besteht bei *Mustelus* eine geräumige »Intra-Intestinalvene«, die im freien Rande der Spiralklappe verläuft und sich in die Leberpfortader ergießt. Jene ist ein unzweifelhafter Überrest der linken Hauptvene des Embryo, man darf also auch die Pfortader als ihre directe Fortsetzung dahin rechnen, und nicht nur diese, sondern auch von den beiden Venen, welche aus der Leber zum Sinus venosus führen, die linke, während die rechte, wie schon oben erwähnt, die gleichnamige Hauptvene des Embryo ist. Ferner gehören noch hierher die präanalen Stücke der beiden Hauptvenen, welche PARKER

[1] T. JEFF. PARKER, On the Blood-vessels of *Mustelus antarcticus*: a Contribution to the Morphology of the Vascular system in the Vertebrata. in: Proc. R. Soc. London Vol. 40 1886 p. 472—474. Ich glaube hier auf die Angaben früherer Autoren (z. B. SAPPEY's) nicht näher eingehen zu brauchen, hoffe aber bald schon Gelegenheit dazu zu finden. Hingegen freue ich mich darüber, dass PARKER die sonst stets als Lymphgefäße betrachteten großen Bahnen unter der Seitenlinie für Venen erklärt, da ich selbst unabhängig von ihm zu dem gleichen Resultate gekommen bin.

Digitized by Google

als Nierenpfortadern bezeichnet und die sich hinten zur Caudalis vereinigen, während sie vorn nicht mehr unmittelbar, sondern erst vermittels des Nierenkreislaufes in die Cardinales übergehen. Hiernach würde also das unpaare Stück der Cardinales, dessen ich so eben für *Pristiurus* gedachte, im erwachsenen Thiere grob anatomisch mit zur Caudalis gehören.

Aus diesem kurzen Abrisse dürfte zur Genüge hervorgehen, dass die Circulation im jungen Embryo eine andere ist als im älteren und in diesem wieder eine verschiedene von der im ausgebildeten Thiere. Zuerst ganz einfach zwei Aorten, welche das Blut nach hinten, und zwei Hauptvenen, welche es von da nach vorn ins Herz führen; an die linke unter ihnen ist gleich von Anfang an die venöse Bahn auf dem Dotter angeschlossen. Dann die Verödung eines Theiles der rechten Vene, die Umwandlung eines anderen zu einem Stücke der Nabelarterie, etwas später auch das Auftreten der Cardinales. Nun also fließt, während der arterielle Strom auch den Dotter zu versorgen hat, sonst aber ungeändert bleibt, das Blut aus dem Schwanze durch die Caudalis nach vorn und von hier theils in den Cardinales direct zum Herzen, theils in der linken Hauptvene (Subintestinalis) zur Leber, um aus ihr entweder durch die linke oder die rechte Lebervene (Reste der gleichnamigen Hauptvenen) ins Herz zu gelangen. Endlich büßt nach Aufhören des Dotterkreislaufes die Subintestinalis ihren Charakter als Hauptvene gänzlich ein, und nur Äste von ihr verharren bei ihrer ursprünglichen Function, Darmgefäße zu sein; zugleich wird der Nierenkreislauf eingeschaltet.

Entwicklung des Herzens.

Es war nur natürlich, dass ich bei der Auffindung der zwei Hauptvenen, die sich in der oben geschilderten Weise erst nachträglich zur Subintestinalis vereinigen, auch an der Balfour'schen Darstellung von der Bildung des Herzens Zweifel zu hegen begann und, was mir ursprünglich zu thun fern gelegen hatte, eigene Untersuchungen darüber anstellte. In der That ist die Beschreibung und die einzige Abbildung, welche er giebt, ziemlich dürftig, wenigstens so weit das Endocardium dabei in Frage kommt. Was er dagegen vom Myo- und Ectocardium angiebt, trifft im Wesentlichen das Richtige, so dass ich nur Kleinigkeiten hinzuzufügen habe.

Auf einem Stadium, welches noch keine Gefäßanlagen zeigt, liegt das Darmfaserblatt auch ventral dem Darme dicht an; bei noch jüngeren Embryonen besteht es überhaupt ventral noch gar nicht,

Digitized by Google

weil die beiden Mesodermplatten bei ihrem Wachsthum an den Seiten des Darmes entlang sich in der Mittellinie noch nicht getroffen haben. Später jedoch, d. h. nach ihrer Vereinigung, hebt es sich vom Darme ab, und in den hierdurch entstandenen Hohlraum hinein wächst nun das Endocardium in einer gleich zu erörternden Weise. Erst geraume Zeit nachher schließt sich durch Faltenbildung von rechts und links her auch dorsal das Darmfaserblatt um das Herz (Taf. 12 Fig. 4) und wird so zur Musculatur und serösen Hülle desselben; eine Zeitlang besteht noch eine Verbindung zwischen Herz und Darm durch ein Mesocardium (Fig. 3). Der dorsale Verschluss des Myocardiums erfolgt in der Richtung von hinten nach vorn, wie auch die Abbildungen (Fig. 18 und 19) darthun[1].

Während also die äußere Herzwand dem Verständnisse keinerlei Schwierigkeiten bereitet, verhält es sich mit dem eigentlichen Herzrohre, dem »Endothel« oder Endocardium nicht so einfach. In der Embryologie der Selachier sagt BALFOUR darüber wörtlich p. 230:

»The cavity of the heart is circumscribed by a more or less complete epithelioid (endothelial) layer, of flattened cells, connected with the splanchnic wall of the heart by protoplasmic processes. The origin of this lining layer I could not certainly determine, but its connection with the splanchnic mesoblast suggests that it is probably a derivative of this. In front the cavity of the heart is bounded by the approximation of the splanchnic mesoblast to the wall of the throat, and behind by the stalk connecting the alimentary canal with the yolk-sack.« Hieraus geht zunächst so viel hervor, dass BALFOUR das Herz selbständig entstehen lässt, da es ja nach vorn und nach hinten abgeschlossen, d. h. noch ohne Verbindung mit anderen Gefäßen sein soll. In der Vergleichenden Embryologie wiederholt er die Abbildung und giebt dazu folgende abweichende Beschreibung (p. 521): »The inner epithelioid tube takes its origin at the time when the general cavity of the heart is being formed by the separation of splanchnic mesoblast from the hypoblast. During this process a layer of mesoblast remains close to the hypoblast, but connected with the main mass of the mesoblast by protoplasmic processes.« Diese werden allerdings auch abgebildet, dagegen sind auf der Figur die Zellen durchaus nicht »close to the hypoblast«, vielmehr in sehr weiter Entfernung davon. Für das, was nun kommt, fehlt überhaupt jegliche Abbildung: »a second layer next becomes

[1] KOWALEVSKI giebt Taf. 8 Fig. 36 und 37 zwei Zeichnungen, welche meinen Fig. 4 und 20 entsprechen.

Digitized by Google

split from the splanchnic mesoblast, connected with the first layer by the above-mentioned protoplasmic processes. These two layers« — es bleibt unklar, welche Schichten eigentlich gemeint sind — »form together the epithelioid lining of the heart; between them is the cavity of the heart, which soon looses the protoplasmic trabeculae which at first traverse it. The cavity of the heart may thus be described as being formed by a hollowing out of the splanchnic mesoblast, and resembles in its mode of origin that of other large vascular trunks.«

Mit dem Resultate, so weit es in dem letzten Satze niedergelegt ist, bin ich durchaus einverstanden, in so fern BALFOUR das Herz genau so entstehen lässt wie die großen Gefäße überhaupt. Dabei mag das Hohlwerden einer soliden Mesodermmasse auf sich beruhen bleiben. Aber dass die Wandung sich in zwei getrennten Perioden abschnüre, ist eben so wenig plausibel wie das Schicksal der Plasmafortsätze, welche das Herz anfänglich durchziehen sollen. Es macht den Eindruck, als habe BALFOUR in seiner zweiten Publication ohne neue Beobachtungen die alten unvollkommenen neu zu deuten unternommen. Dies haben vielleicht auch Andere gefühlt, indessen scheint es, so weit meine Litteraturkenntnis reicht, erst ein Einziger ausgesprochen zu haben. Dies ist C. RABL, auf dessen kleine jüngst erschienene Schrift[1] ich erst aufmerksam wurde, als meine eigenen Untersuchungen bereits vollendet waren. Obwohl ich im Endergebnisse, wie man weiter unten sehen wird, total von ihm abweiche, so ist es mir doch lieb hier hervorheben zu können, dass er das Punctum saliens so richtig aufgefasst hat. Er sagt p. 268 ff.: »In der Litteratur giebt sich in der Ableitung des Endothelsäckchens eine große Unsicherheit zu erkennen. Am vorsichtigsten ist KÖLLIKER, der der Frage nach dem Ursprunge des von ihm sogenannten »inneren Herzhäutchens« ganz aus dem Wege geht und sich damit begnügt, die Existenz dieses Häutchens zu constatiren. BALFOUR ist gleichfalls bei seiner Untersuchung der Selachierentwicklung im Unklaren geblieben« [und nun folgt ein Theil des obigen Citates]. »Aber sowohl die ganze Beschreibung des Vorganges, als auch die beigegebenen Abbildungen sind so wenig vertrauenerweckend, dass ich, selbst wenn BALFOUR's Ansicht« [nämlich die Ableitung des Herzrohres vom Darmfaserblatte] »sich als richtig herausstellen sollte, unmöglich darauf ein Gewicht legen könnte.« Darauf bespricht RABL

[1] CARL RABL, Über die Bildung des Herzens der Amphibien. in: Morph. Jahrb. 12. Bd. 1886 p. 252—274. Taf. 15 u. 16.

Digitized by Google

die Arbeiten von GOETTE, KÖLLIKER und HENSEN und sagt dann p. 270: »Man hat sich so sehr daran gewöhnt, das Herz und die Gefäße aus dem Mesoderm entstehen zu lassen oder sie etwa gar aus einem eigenen Gefäßblatte, dessen Existenz ich bestreite, abzuleiten, dass man es für gewagt halten muss, an dieser liebgewordenen Ansicht zu rütteln. Aber man hat eben zu wenig bedacht, dass Herz und Gefäße aus zwei wesentlich von einander verschiedenen Theilen bestehen und dass das eigentlich Wesentliche des Gefäßsystems im Endothel liegt.«

Also auch für RABL ist die äußere Wand des Herzens nur ein Accessorium und das Endocardium das eigentliche Herzrohr. Über die Entstehung dieses letzteren aber habe ich einiges Neue beizubringen.

Verfolgt man auf dem Stadium, welches ich oben p. 341 bei der Auseinandersetzung über die Venen zuerst besprach, diese beiden Gefäße weiter nach vorn, so sieht man, wie in dem Maße als der Darm sich schließt und der Embryo sich vorn vom Dotter abhebt, die bis dahin ausgesprochen lateralen Venen einander näher treten und schließlich in der ventralen Mittellinie dicht neben einander verlaufen (Taf. 12 Fig. 2). Dies dauert noch auf einer ganzen Reihe von Schnitten an, wobei nur zu bemerken ist, dass die Höhle ein und desselben Gefäßes bald sehr ausgedehnt, bald weniger geräumig sein kann. Mitunter sind auch die Wände so dicht an einander gepresst, dass es schwer ist, sie deutlich als zwei getrennte Membranen zu erkennen. Zuletzt jedoch d. h. noch weiter nach vorn hin fallen die inneren Wände fort (Fig. 3) und wir haben ein einheitliches unpaares Rohr, ein »Endothelsäckchen« vor uns (Fig. 18). Lange dauert indessen dieser unpaare Zustand nicht an, denn gar bald erfolgt bereits die nochmalige Trennung in einen rechten und linken Zweig, die Kiemenbogen (Fig. 20). Bei dem besprochenen Embryo z. B. sehe ich von dem Punkte an, wo der Darm sich ventral schließt, noch auf 19 Schnitten mehr oder weniger deutlich die beiden genau parallel neben einander liegenden Venen, und von da bis zur Gabelung in die Aortenbogen sind es nur 32 Schnitte. Da nun die vorderen Kiemen sich früher entwickeln, als die hinteren, so ersieht man leicht, dass das wirklich unpaare Stück des Gefäßes noch viel kürzer ist. Ein anderes Exemplar ergab die Zahlen 14 und 33 eines von *Scyllium stellare* 8 und 18. Ein ganz junger Embryo von *Pristiurus* zeigte zunächst 10 Schnitte lang noch starke Divergenz der beiden Venen in ihrem ventralen Theile, also genau

Digitized by Google

wie in Fig. 2, dann 8 Schnitte lang innerhalb des völlig geschlossenen Myocardiums die beiden Gefäße, allerdings hier und da zusammengefallen und darum weniger deutlich, dann 10 Schnitte lang ein wirklich einheitliches Lumen, worauf bereits eine Kiemenarterie abging und das unpaare Stück überhaupt nur noch 8 Schnitte weiter nach vorn zu verfolgen war.

Aus dem Angeführten ergiebt sich klar, dass es mir nicht gelungen ist, die beiden Hauptvenen dicht neben einander innerhalb des einheitlichen Myocardiums nach vorn bis zu der Stelle verlaufen zu sehen, wo jede eine Kiemenarterie abgäbe. Wir hätten es in diesem gewissermaßen idealen Falle ganz streng mit paaren Anlagen zu thun gehabt. Es besteht also ontogenetisch von Hause aus ein unpaares Endocardium. Zwar dürfte dieses weniger dem eigentlichen Herzen als dem Bulbus arteriosus entsprechen, wie mir aus Vergleichen von Querschnittserien hervorzugehen scheint; indessen ist hierauf kein Gewicht zu legen, da ja immerhin auf einer wenn auch kleinen Strecke das Rohr, heiße es späterhin wie es wolle, in der That unpaar ist. Aber ich kann mit Bestimmtheit darthun, dass auch dieses Stück, obwohl als fertiges Rohr unpaar, doch aus zwei seitlichen Hälften zusammentritt. Zunächst lässt sich an jüngeren Embryonen constatiren, dass nicht nur die äußere Herzwand, sondern auch das Endocardium von hinten nach vorn wächst; dies legt den Gedanken nahe, dass nur darum nicht auch hier zwei Rohre neben einander existiren, weil sie überhaupt ontogenetisch nicht so früh gebildet werden, sondern als directe Verlängerung zweier bereits unpaar gewordener Venen auftreten. Man sieht also gerade an diesen jungen Stadien (Fig. 15 und 16) in der Region, wo später das unpaare Rohr zu liegen kommt, noch nichts davon, wohl aber zeigt es sich, dass die beiden Mesodermplatten an ihrem freien (ventralen) Rande nach dem Darme zu einige Zellen von sich abschnüren, also im Principe genau so wie ich es oben p. 340 für den Schwanztheil des Embryo angegeben habe (vgl. auch Fig. 6 und 11). Rücken dann die Platten einander in der Mediane nahe, so nehmen sie die Gefäßanlagen mit sich, und bei ihrer Verschmelzung und Abhebung vom Darme vereinigen sich auch die Abkömmlinge des Darmfaserblattes zum Endocardium. Leider geht der ganze Process ungemein rasch vor sich, auch sind die Embryonen in diesem Alter äußerlich noch kaum von einander verschieden, so dass man erst, wenn man sie geschnitten hat, über ihre Entwicklungsstufe ins Klare kommt. Dies aber hindert ein planmäßiges Vorgehen und lässt

Digitized by Google

es immerhin als möglich erscheinen, dass die beiden Rohrhälften, deren ich eben gedachte, bevor sie zum unpaaren Rohre zusammentreten, doch bereits jede ein Rohr für sich bildeten. In dieser Weise möchte ich Schnitte deuten, wie den in Fig. 17 abgebildeten; auch habe ich auf späteren Stadien hier und da noch ein Doppelrohr wahrgenommen (Fig. 19). Hier dürfte aber nur ein glücklicher Zufall das gewünschte Zwischenstadium liefern.

Zusammenfassung der Resultate und Schlüsse.

Im Vorstehenden glaube ich mehrere bisher nicht genau bekannte Punkte wenn auch nicht zu völliger Klarheit gebracht, so doch einigermaßen derselben näher geführt zu haben. Wenn wir von den Venae cardinales posteriores absehen, die verhältnismäßig spät auftreten und über die ich kaum mehr habe sagen können, als was man schon vor mir wusste, so war durch Balfour für die Selachier der ursprünglichste Zustand des venösen Gefäßsystems als ein unpaarer hingestellt worden. Dies hätte auffallen können, da man für die arteriellen Bahnen die Paarheit in den doppelten Aorten als das ältere Verhalten aufzufassen gewohnt war. Hingegen wissen wir jetzt für eben dieselben Selachier, dass auch die Hauptvenen paar sind (z. B. Taf. 11 Fig. 28) und erst nachträglich verschmelzen. Balfour nahm bereits 1878 die — nach ihm von Anfang an unpaare, nach mir unpaar gewordene — Subintestinalis als das Darmgefäß, die Aorta als das neurale Gefäß der Anneliden in Anspruch. Ich weiß nicht, ob er hierin allgemeinen Anklang gefunden hat, möchte aber die Homologie aufrecht erhalten, um so mehr als es mir gelungen ist, auch Quergefäße um den Darm herum aufzufinden. Ob für die Anneliden ein medianer arterieller und ein gleichfalls medianer venöser Längsstamm typisch ist oder nicht vielmehr 2 Paare seitlicher Gefäße, müssen genauere Untersuchungen lehren; jedenfalls existiren bei gewissen Oligochaeten doppelte Gefäßbahnen. Zum Beweise hierfür brauche ich nur zwei neuere Autoren zu nennen: Vejdovský[1] und Beddard[2]. Jener bestätigt für *Criodrilus* Kowalevski's Angabe vom doppelten Rückengefäße beim Embryo von *Lumbricus* und bildet nicht nur dieses Stadium, sondern auch die Verschmelzung auf Taf. 14 Fig. 10—13 ab. Beddard[2] geht noch weiter, indem

[1] Franz Vejdovský, System und Morphologie der Oligochaeten. Prag 1884. 7. Das Gefäßsystem p. 112—120.

[2] F. E. Beddard, Note on the Paired Dorsal Vessel of Certain Earthworms. in: Proc. R. Physic. Soc. Edinburgh Vol. 8. 1885 p. 424—430. Taf. 22.

Digitized by Google

er das auch beim erwachsenen Thiere doppelte Rückengefäß von *Megascolex*, *Microchaeta* und *Acanthodrilus*[1] geradezu zum Ausgangspunkte von Betrachtungen über die Phylogenese der Vertebraten macht. Die Kiemengefäße der letzteren seien vielleicht den Darmgefäßen der Anneliden homolog, außerdem finde das doppelte Herz bei den Embryonen von Säugethieren, Vögeln und Teleostiern »a further similarity with the dorsal vessel of *Lumbricus*« (p. 427). Vielleicht wird sich auch für Polychaeten Ähnliches nachweisen lassen.

Es scheint mir daher nichts im Wege zu stehen, wenn ich, wie es schon BALFOUR gethan, aber jetzt an der Hand neuer Thatsachen mit größerem Rechte, das Gefäßsystem der Selachier auf das von Würmern zurückführe. Von den Quergefäßen um den Darm konnte ich zeigen, dass wenigstens die vorderen im Rumpfe streng segmental sind, während die im Bereiche des Schwanzes gelegenen allerdings jegliche Regelmäßigkeit im Auftreten eingebüßt zu haben scheinen. Dies mag damit zusammenhängen, dass ja der postanale Darm dem Untergange verfallen ist, mithin circumintestinale Gefäße als solche nur vorübergehend angelegt werden können. Gleichwohl zeigt sich ihre phylogenetische Bedeutung klar in der merkwürdigen Frühe ihres Erscheinens, lange bevor die anderen späterhin so wichtigen Quergefäße — sowohl an der Aorta als auch an der Vena caudalis — sichtbar werden, so dass anfänglich die sämmtlichen Blutbahnen des Embryo sich in unmittelbarer Nähe des Darmes befinden. Ob die definitiven Quergefäße am Rumpfe aus Anlagen hervorgehen, die mit denen der ursprünglicheren identisch sind, konnte ich leider nicht ermitteln, doch scheint mir der Umstand dagegen zu sprechen, dass alle Zweige von der Aorta zur rechten Vene sich hinterher mit Ausnahme des einen, welcher zur Arteria umbilicalis wird, wiederum schließen (s. oben p. 351). Am Kopfe dagegen bleiben bekanntlich die Quergefäße zeitlebens erhalten, obwohl sie, wie DOHRN[2] gezeigt hat, nachträglich ebenfalls andere Verbindungen eingehen. Ursprünglich sind aber auch sie nichts Anderes, als Brücken zwischen der

[1] Bei zwei Species von *Acanthodrilus* »the dorsal vessel is formed of two separate tubes, which run close together from end to end of the body« (p. 428).

[2] A. DOHRN, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. IV. Die Entwicklung und Differenzirung der Kiemenbogen der Selachier. in: Mitth. Z. Stat. Neapel 5. Bd. 1884 p. 102 ff. Es heißt hier p. 108: »die ursprüngliche Aortenwurzel ist identisch mit der ursprünglichen Kiemenarterie, deren dorsales Stück eben Aortenwurzel heißt«. Die definitiven Kiemenvenen treten erst auf, wenn schon Kiemenblättchen vorhanden sind; schließlich erhält jeder Aortenbogen sein Blut aus zwei verschiedenen Kiemenbogen.

Digitized by Google

ventralen venösen unpaaren und der dorsalen arteriellen paaren Hauptbahn.

Halten wir aber den paaren Zustand der großen Längsstämme für den primitiven, den unpaaren für den abgeleiteten, so müssen wir consequenter Weise auch den einzigen Abschnitt, der uns ontogenetisch nicht mit voller Klarheit als ursprünglich doppelt entgegentritt, also Herz und Conus arteriosus anfänglich paar gewesen sein lassen. Und auf diesen Punkt, welcher bereits früher eine Controverse hervorgerufen hat, sei es mir erlaubt hier nochmals einzugehen. Von der Herzmusculatur bestreitet Niemand, dass sie durch das Zusammentreten eines rechten und eines linken Streifens des Darmfaserblattes entsteht. Gleichwohl wäre dies durchaus kein zwingender Grund dazu, phylogenetisch das Herz in seiner Eigenschaft als propulsirendes Organ paar gewesen sein zu lassen. Denn es wäre recht wohl möglich, dass das musculöse Blatt erst dann zum endothelialen Rohre in nähere Beziehung trat, als letzteres bereits unpaar geworden war, mit anderen Worten, dass dieser Abschnitt der beiden venösen Stämme nicht pulsirte und es erst dann that, als sie einheitlich geworden waren. Überhaupt lässt sich der Grund zur Näherung und Verschmelzung der beiden sonst lateral gelegenen Stämme wohl gerade darin suchen, dass ein kräftiges Organ zur Fortbewegung des Blutes unter bedeutendem Drucke auf weite Strecken hin nicht leicht doppelt existiren konnte, weil sonst complicirte nervöse Vorrichtungen zur Erzielung synchronischer Wellen hätten bestehen müssen, die nicht nöthig waren, sobald die bis dahin lateralen Venen sich zunächst auf eine kurze Strecke ihres Verlaufes in der Mediane vereinigten.

Schon aus dieser Betrachtung geht hervor, dass für mich (wie auch für C. Rabl) das sogenannte Endothel das Wichtige am Herzen und den Gefäßen überhaupt ist, die Musculatur dagegen, die ja auch bei den Venen mehr oder weniger fehlen kann, etwas Nachträgliches darstellt. Wenn aber im ausgebildeten Thiere Herz und große Gefäße ein Continuum bilden und die eigentliche Wandung überall die gleiche histologische Beschaffenheit (»Endothel«) zeigt, so widerstrebt es heut zu Tage unserer Einsicht, im Embryo das Herz aus anderen Elementen abzuleiten als die Arterien und Venen[1]. Lässt man also

[1] Rabl thut dies nur mit Zögern. So sagt er p. 263: »später wird das Endothelrohr etwas breiter und scheint in die Anlagen der Venae omphalomesentericae überzugehen, so dass alsdann auch deren Endothel ein Derivat des primitiven Endothelsäckchens darstellen würde«. Ähnlich heißt es p. 270: »Die

Digitized by Google

die letzteren vom Mesoderm herrühren, so kann bei demselben Thiere das Herz nicht wohl vom Entoderme abstammen. Jedenfalls muss man diese Continuität in der Entwicklung a priori so lange als sicher betrachten, bis geradezu zwingende Beweise vom Gegentheile vorliegen. Man wende hier nicht z. B. das Verhalten des Darmes ein, der aus zwei verschiedenen Keimblättern hervorgeht; bei ihm wird eben zeitlebens die Grenze zwischen Entoderm und den ectodermalen Einstülpungen kenntlich sein. Darum auch haben einige Forscher von einem besonderen Gefäßblatte geredet, und wenn ich auch RABL darin Recht gebe, dass er die Existenz eines solchen bestreitet, so kann ich ihm doch nicht darin beistimmen, dass er die Abstammung des Endothels vom Entoderme für »mindestens eben so wahrscheinlich« (p. 270) hält wie die vom Mesoderme. Letzteres zeigt sich bekanntermaßen als besonderes Blatt schon sehr früh; legten sich die Gefäße noch früher oder eben so zeitig an, so würde ich mich weniger positiv äußern, sobald aber das Entoderm zugleich mit einem Mesoderm existirt, hat es nur noch für die Gestaltung des Darmes und seiner Anhänge zu sorgen, nicht auch für das Blut und seine Bahnen.

Wie ich oben p. 340 gezeigt habe, gehen die Gefäße aus dem Mesoderme hervor, indem Zellen desselben sich in bestimmter Weise gruppiren, um einen Hohlraum zu begrenzen; ja sogar, wie bei der Aorta der Fall, vorher noch Wanderungen am Darme entlang auszuführen scheinen. Hieraus folgt, dass ich ein Weiterwachsen der bereits an irgend einem Punkte des Embryo vorhandenen Gefäße mir nicht durch Theilung der Wandungszellen denke, sondern durch ein Aggregiren anderer, vorher indifferenter Mesodermzellen[1]. An einem

---

Beobachtung, dass bei den Amphibien die ersten Aortenbogen durch Auswachsen des Endothelsäckchens entstehen, legt uns aber noch die Frage nahe, ob nicht vielleicht auch das Endothel aller anderen Gefäße in letzter Instanz auf die Zellen des Endothelsäckchens zurückzuführen sei, mit anderen Worten, ob nicht vielleicht alle Gefäße in derselben oder in ähnlicher Weise entstehen, wie die Capillaren.«

[1] Bei Selachiern ist, wie ich schon erwähnte, der Embryo in jungen Stadien nicht durchsichtig genug, als dass es gelänge, dies Wandern der Mesodermzellen wirklich zu beobachten. Ich musste es vielmehr aus den Schnitten erschließen. Um so erfreulicher ist es mir, dass WENCKEBACH in seiner jüngsten Arbeit »Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische« (Arch. Mikr. Anat. 28. Bd. 1886 p. 225—251 Taf. 16 und 17) diese Lücke an günstigeren Objecten, nämlich an pelagischen Fischeiern, mit Erfolg ausgefüllt hat und zu den Resultaten kommt: »Mesoblastzellen bilden durch selbständige amöboide Bewegungen die Wände der Blutgefäße des Dotters« (*Belone*), ferner

Digitized by Google

Punkte wenigstens muss natürlich die Anlage der Gefäße beginnen (vielleicht auch gleichzeitig an mehreren), und dieser Punkt (oder diese Punkte) scheint für die venösen Gefäße bei den Selachiern etwa am Ende des Rumpfes zu liegen, nicht aber weiter nach vorn in der Gegend des späteren Herzens. Warum gerade dies der Fall ist, weiß ich nicht, auch kommt für die gegenwärtige Betrachtung nichts darauf an. Es entstehen hier also zwei Gefäße, ein rechtes und ein linkes, und wachsen nach hinten langsam, nach vorn rasch aus. Hinten bleiben sie noch lange, nachdem der Embryo sich vom Dotter abgehoben hat, paar und werden erst ganz allmählich unpaar; vorn nähern sie sich rasch, verschmelzen in der Mediane und rücken nun, wie es scheint bereits als unpaares Rohr, in den Hohlraum zwischen dem Kopfdarme und den ventral verschmolzenen Mesodermbändern hinein. Hierdurch kommt das Herz und seine Verlängerung nach vorn bis zum Abgange der Kiemenarterien zu Stande.

Für die Selachier wäre also das Herz als Rohr ontogenetisch von Hause aus vielleicht unpaar. Nach Rabl's Beobachtungen gilt dies, und zwar mit Sicherheit, auch für die Urodelen. Auf der anderen Seite ist aber durch die neueren Forschungen bekannt geworden, dass bei den Säugethieren und Vögeln nicht nur das Myocardium, sondern auch das Endocardium aus einer doppelten Anlage hervorgeht, so dass hier wirklich zwei Gefäße mit einander verschmelzen. Es fragt sich daher, haben wir es in diesem Falle mit einer Wiederholung des ursprünglichen Verhaltens oder mit einer nachträglichen Abänderung in der Ontogenese zu thun. Balfour, der zuerst diese Thatsachen näher besprach (Haifische p. 232), fasst die Erscheinung als secundär auf und bringt sie mit dem Verschlusse des Darmes in Zusammenhang. »The formation of the heart as two cavities is a secondary change which has been brought about by variations in the period of the closing in of the wall of the throat.« Er verwirft also hier sowohl als auch in der Vergl. Embryologie die Ansicht, die Vertebraten hätten einst zwei Herzen gehabt. So lange der Schlund ventral noch nicht geschlossen sei, könne das Herz eben nicht unpaar entstehen. Demselben Argumente, allerdings in verbesserter Form, begegnen wir bei Rabl, nur ist für ihn der mächtige Nahrungsdotter der Grund, welcher den späten Verschluss der Schlund-

»Die Blutgefäße und das Herz sind also von mesoblastischem Ursprung und werden gebildet durch das active Treiben der Wanderzellen«, und: »Die Bildung der großen Gefäße im Körper des Embryo geht vom Herzen aus, indem das Lumen immer weiter zwischen den Organen hervordringt« (p. 242, 244, 245).

Digitized by Google

wand und damit die doppelte Anlage des Herzens herbeiführt (p. 273). Gegen Beide muss ich aber Folgendes einwenden. Zunächst mache ich genau den umgekehrten und wohl berechtigteren Schluss: War das Herz ursprünglich unpaar und wurde im Laufe der Phylogenese der Dotter so mächtig, dass er den ventralen Verschluss des Schlundes erst spät ermöglichte, nun, so unterblieb eben ontogenetisch die Bildung des Herzens in einer so frühen Periode und fand erst statt, wenn der Schlund schon geschlossen war. Gerade der Umstand, dass das Herz ursprünglich ein paares war, erlaubt es ontogenetisch schon verhältnismäßig zeitig als zwei getrennte seitliche Rohre entstehen zu lassen. Ferner aber frage ich: wenn der Dotter und die auf ihm beruhende Verlangsamung in dem ventralen Schlusse des Darmes und des Mesodermes wirklich das mechanische Hindernis[1] bildete, als welches es von Balfour und Rabl bezeichnet wird, warum treffen wir dann am Schwanze des Embryo die beiden Venen noch paar an? Warum vereinigen sie sich nicht unmittelbar, nachdem die physikalische Möglichkeit dazu vorliegt, oder warum legen sie sich nicht geradezu unpaar an, da doch der Process der Abspaltung des Endothels vom Darmfaserblatte in der ganzen Länge des Embryo genau derselbe ist? — Ich bin übrigens davon überzeugt, hätte Balfour den paaren Zustand der Subintestinalis gekannt, so würde er selber sofort das Richtige getroffen haben.

Wenn ich demnach für die Entwicklung des Herzens aus paarer Anlage auftrete, so möchte ich darum doch nicht Alles unterschreiben, was zwei andere Autoren über diesen Gegenstand ermittelt haben. Der eine von ihnen, Blaschek[2], wird von Rabl absichtlich nicht berücksichtigt, und ich kann allerdings auch nicht verschweigen, dass ich manchen Einzelheiten seiner Untersuchung nicht traue, andere nicht einmal recht begreife. Da er aber ausdrücklich das Endothel des Herzens und der Aorta von den »Urwirbeln« ableitet und ferner das Herz der Amphibien sich wie das der Vögel und Säugethiere entwickeln lässt, so ist es selbstverständlich, dass ich diese Übereinstimmung zwischen uns anerkenne. Etwas anders verhält es sich mit Wlad. Schimkewitsch[3], welcher an Wirbelthieren keine eigenen

[1] Ich habe oben p. 340 u. 343 selber diesen Ausdruck angewendet, verstehe ihn aber dort lediglich für den einzelnen Embryo.

[2] Albert Blaschek, Untersuchung über Herz, Pericard, Entocard und Pericardialhöhle. in: Mitth. Embr. Inst. Wien. Neue Folge. 1. Heft. 1885 p. 33—50 mit 3 Holzschnitten.

[3] Wlad. Schimkewitsch, Über die Identität der Herzbildung bei den Wirbel- und wirbellosen Thieren. und: Noch Etwas über die Identität der

Digitized by Google

Beobachtungen gemacht zu haben scheint und lediglich im Vertrauen auf die Untersuchungen Anderer zu homologisiren versucht. Er sagt p. 40: »Die Entstehung des Herzens bei den Wirbelthieren ist, trotz BALFOUR, ein primitiver Entwicklungsvorgang«. Dann aber verlässt er sich auf HOFFMANN, um das Endocardium der Teleostier aus dem Entoderm abzuleiten, auf SEELIGER, KOROTNEF und SALENSKI betreffs der Tunicaten, und darf so den kühnen Schluss ziehen (p. 385), dass: »das Herz der Arthropoden nur dem Myocardium der Wirbelthiere entspricht, aber dasjenige der Tunicaten nur dem Endocardium der Wirbelthiere«. Aber nun vergleiche man hiermit, was für die Teleostier WENCKEBACH gefunden hat (s. oben p. 364) und nehme VAN BENEDEN u. JULIN[1] zur Hand, welche es so stark wie nur irgend möglich betonen, dass das Herz der von ihnen untersuchten Tunicaten (*Clavelina*, *Corella*, *Salpa*) gar kein Endothel besitze (p. 321), ja dass es überhaupt dem Herzen der Vertebraten nicht homolog sei (p. 412)! . Man sieht, bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse, wo jede neue Arbeit von der vorigen in fundamentalen Punkten abweicht, ist es unfruchtbar, um nicht zu sagen unstatthaft, so hoch specialisirte Gruppen wie Arachniden, Hexapoden und Wirbelthiere direct mit einander zu homologisiren. Noch dazu, wenn für die Araneiden der Angabe von SCHIMKEWITSCH, dass ihnen ein Endocard fehle, die Autorität BALFOUR's gegenübersteht, welche durch die jüngsten Beobachtungen von KOWALEVSKI u. SCHULGIN[2] lediglich ihre Bestätigung findet[3].

Neapel, Februar 1887.

Herzbildung bei den Metazoen. in: Zool. Anzeiger 8. Jahrg. 1885 p. 37—40 und 384—386 m. 6 Holzschn.

[1] E. VAN BENEDEN et CH. JULIN, Recherches sur la morphologie des Tuniciers. in: Arch. Biol. Tome 6. 1886 (nicht 1885, wie auf dem Titel angegeben) p. 237—476. Taf. 7—16.

[2] A. KOWALEVSKI und M. SCHULGIN, Zur Entwicklungsgeschichte des Skorpions (*Androctonus ornatus*). in: Biol. Centralbl. 6. Bd. 1886 p. 525—532. »Das fertige Herz besteht jetzt aus zwei Schichten: die innere oder das Endothel, und die äußere oder die Muskelschicht, die beide aber ausschließlich vom Mesoderm ihren Ursprung nehmen« (p. 529).

[3] Ich muss hier auch noch einen anderen Irrthum von SCHIMKEWITSCH berichtigen. Er copirt die BALFOUR'sche Zeichnung von der Herzanlage bei *Pristiurus* und setzt hinzu: »aber den größten Antheil an der Bildung des Herzens hat die rechte Mesodermplatte«. Hiervon findet sich jedoch in den beiden Schriften BALFOUR's kein Wort; sollte SCHIMKEWITSCH vielleicht den Umstand falsch gedeutet haben, dass in der Abbildung, um Raum zu sparen, das linke Antimer nur theilweise wiedergegeben ist?

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Allgemeine Bezeichnungen.

a	Aorta,	*m*	Muskel,
Au	Nabelarterie,	*mc*	Myocardium,
c	Chorda,	*mes*	Mesoderm,
cp	Leibeshöhle,	*n*	Nerv,
D	Darm,	*pd*	postanaler Darm,
enc	Endocardium,	*s*	Anlage der Segmentalorgane,
ent	Entoderm,	*sc*	Subchorda,
g	Gefäß,	*vc*	Vena caudalis,
H	Herz,	*vcp*	Vena cardinalis posterior,
h	Haut,	*vs*	Vena subintestinalis,
hv	Hauptvene,	*vsp*	Vena supraintestinalis,
ir	Interrenal body,	*Vu*	Nabelvene.

Tafel 11.

Die Arterien sind roth, die Venen violett.

Fig. 1. Darm und Hauptgefäße eines Embryo von *Pristiurus*. Die Zeichnung ist aus Schnitten reconstruirt (vgl. oben p. 349), jedoch sind die Quergefäße in der Gegend des späteren Afters *A* stark schematisch gehalten. *Au* Nabelarterie; *x* = Stelle, wo die rechte Vene sich von ihr ablöst, um zur rechten Lebervene zu werden. Bei *q* drei Quergefäße von der Aorta zum Mittelstücke der rechten Vene. *y* = hinterer Stumpf der rechten Vene. *Vu* = Nabelvene. Bei *D* ist ein Stück des hier nach dem Dotter hin offenen Darmes nicht gezeichnet, um das Darmlumen und die linke Vene deutlich werden zu lassen. Vergr. 90/1.

Fig. 2 u. 3. Nabelarterie und Aorta nebst ihren Quergefäßen, von der Seite und von oben gesehen. Gleichfalls Reconstruction nach Schnitten durch einen Embryo von *Torpedo ocellata* von etwa 6,5 mm Länge. Vergr. 90/1.

Fig. 4—6. Theile von Schnitten durch einen Embryo von *Scyllium stellare* von etwa 20 mm Länge in der Höhe der Bauchflossen. In Fig. 6 sieht man die Verbindung der Vena caudalis und jetzt bereits sehr reducirten Subintestinalis, in 5 die zwei Zweige der letzteren, welche in 4, also weiter vorn, wieder zusammengetreten sind. (vgl. oben p. 335). Vergr. 50/1.

Fig. 7—11. Einige Schnitte aus dem Anfange der Serie, deren Reconstruction in Fig. 1 wiedergegeben wurde. Die rechte Vene ist in 9—11 gleich der Aorta roth, sonst gleich der linken violett. Die Darmwandung ist dunkler gehalten, als das Ecto- und Mesoderm. Die Grenze des Dotters ist in Fig. 8 nicht gezeichnet. Vergr. 50/1.

Fig. 12—17. Theile von Schnitten durch den Schwanz eines Embryo von *Torpedo ocellata* von 12 mm Länge. Man sieht die Reste des postanalen Darmes *pd* und das Verhältnis der beiden Hauptvenen zu ihnen in Fig. 17 auch die mit Blut erfüllte Verbindung der Aorta mit der linken Vene. In Fig. 13 hat der postanale Darm kein Lumen mehr, in 14 ist

Digitized by Google

er überhaupt nur noch mit Mühe wahrnehmbar (vgl. oben p. 345). Vergr. 130/1.

Fig. 18. Theil eines Schnittes durch den Schwanz eines Embryo von *Torpedo ocellata* ebenfalls von etwa 12 mm Länge (vgl. oben p. 345). Vergr. 130/1.

Fig. 19—24. Theile von Schnitten durch einen Embryo von *Scyllium stellare* von etwa 10 mm Länge. Man sieht die Subintestinalis bei ihrer Wanderung um den Hinterdarm, dessen postanaler Theil bereits in Auflösung begriffen ist (in 21 und 22 durch Punktirung angedeutet, in 24 genauer wiedergegeben). In Fig. 20 (Höhe des Afters) ist das Darmepithel genau ventral dicker, als rechts und links davon; dies gilt auch von der Haut, welche hier dem Darme unmittelbar anliegt. (Ähnliches zeigen die Figuren 26 und 27). Zwischen Schnitt 23 und 24 verschmelzen die beiden Venen unterhalb des Darmes eine Strecke weit und werden dann nochmals paar (vgl. oben p. 354). Vergr. 130/1.

Fig. 25—27. Theile von Schnitten durch einen Embryo von *Pristiurus* von 13 mm Länge. Man sieht in Fig. 27 die Verbindung der beiden zuvor unpaar gewordenen Cardinales *vcp* mit der Supraintestinalis (vgl. oben p. 354). In Fig. 25 schickt sich die Subintestinalis gerade dazu an, paar zu werden und in zwei Ästen um den Darm nach oben zu wandern. Vergr. 130/1.

Fig. 28. Theil eines Schnittes durch einen ziemlich jungen Embryo von *Torpedo ocellata*. Man sieht am postanalen Darme die beiden Arterien und Venen (vgl. oben p. 361). Vergr. 130/1.

Taf. 12.

Alle Figuren sind 130mal vergrößert.

Fig. 1. Theil eines Schnittes durch einen Embryo von *Torpedo marmorata*. Man sieht die rechte Aorta in Verbindung mit der gleichnamigen Vene.

Fig. 2 u. 3. Schnitte durch denselben Embryo in der Höhe des Herzens. Man sieht in Fig. 2, wie die beiden Hauptvenen sich mit ihrem dorsalen Theile an einander legen, während derselbe in Fig. 3 bereits einheitlich geworden ist. Das Myocardium *mc* ist seitlich noch gegen den Dotter zu offen (vgl. oben p. 357 u. 359).

Fig. 4. Theil eines Schnittes durch einen Embryo von *Torpedo ocellata*. Man sieht das Myocardium im Begriffe, sich dorsal zu schließen; das Endocardium zeigt undeutlich die Zusammensetzung aus zwei Rohren (vgl. oben p. 357).

Fig. 5—9. Schnitte durch einen Embryo von *Torpedo marmorata* in der Reihenfolge von hinten nach vorn; Fig. 5 ist postanal. In Fig. 5 ist die Subchorda noch mit dem Darme in Zusammenhang. Man sieht in Fig. 6 rechts ventral die Gefäßanlage als einen Zellstrang, welcher vom Darmfaserblatte ausgeht (vgl. oben p. 340); auch die Aorten sind in der Bildung begriffen. In Fig. 7 und 8 sind die Hauptgefäße bereits fertig und führen theilweise auch schon Blut.

Fig. 10. Theil eines nicht genau queren Schnittes durch einen Embryo von *Scyllium stellare*. Man sieht die Aorta in Verbindung mit der linken Hauptvene. Die Subchorda besteht aus nur 2 Zellen.

Fig. 11. Schnitt durch einen Embryo von *Scyllium stellare* in der Höhe des offenen Darmes, um die Gefäßanlagen zu zeigen (vgl. oben p. 340).

Digitized by Google

Fig. 12—14. Schnitte durch einen Embryo von *Torpedo ocellata* in der Richtung von hinten nach vorn. Fig. 12 geht durch die Stelle, wo der Schwanz sich vom Dotter abhebt. Man sieht die Gefäßanlagen, die weiter nach hinten noch gänzlich fehlen. Auch bei *g* scheint im Mesoderm, welches den Dotter einhüllt, ein Gefäß zu sein. In Fig. 13 und 14 ist der Darm ventral noch offen. Fig. 13 zeigt die Hauptvenen, aber keine Aorten, Fig. 14 letztere, aber keine Venen (vgl. oben p. 341).

Fig. 15 u. 16. Theile von Schnitten durch einen Embryo von *Pristiurus*, und zwar Fig. 15 in der Höhe des zukünftigen Herzens, Fig. 16 weiter nach vorn. Man sieht die Gefäßanlagen vom Darmfaserblatte abgehen (vgl. oben p. 360).

Fig. 17. Theil eines Schnittes durch einen etwas älteren Embryo von *Pristiurus*. Die Haut steht noch in Zusammenhang mit der Dotterhaut, dagegen ist Darm und Mesoderm ventral geschlossen. Das Myocardium ist dorsal offen. Man sieht undeutlich die Anlagen des Endocardiums als zwei Rohre (vgl. oben p. 361).

Fig. 18—20. Theile von Schnitten durch denselben Embryo wie in Fig. 1—3, nur weiter vorn geführt. Man sieht in Fig. 18 die Fortsetzung der rechten Hauptvene *hv* im Dotter. Das Entocardium zeigt in Fig. 19 eine schräge Scheidewand und beginnt in Fig. 20 sich seitlich zu einem Paare Kiemenarterien zu verlängern, worauf auch links die Verdickung der Darmwand nach der Haut zu hindeutet. Das Myocardium ist nur in Fig. 18 völlig geschlossen (vgl. oben p. 357 u. 359).

Digitized by Google

Intorno alla muscolatura liscia e striata della Nephthys scolopendroides D. Ch.

nota di

Carlo Emery

Professore nella R. Università di Bologna.

Con tavola 13.

Nel corso delle mie ricerche sulla rigenerazione dei segmenti codali dei Policheti [1], osservai, non senza meraviglia, nella *Nephthys scolopendroides* D. Ch. un sistema di fibre muscolari striate, per cui mi trovai indotto a rivolgere la mia attenzione, in modo speciale, sul sistema muscolare di questo verme.

Nella muscolatura del corpo della *Nephthys*, si possono riconoscere i sistemi seguenti:

a) Muscoli longitudinali . . . . . } costituiti da
b) Muscoli dorso-ventrali e parapodiali . . } fibre liscie,
c) Muscoli delle acicule . . . . . } fibre liscie,
d) Muscoli dei diaframmi intersegmentali . } fibre liscie,
e) Sistema delle fibre striate.

I muscoli dell' intestino offrono poche cose degne di nota, fuorchè nella proboscide. In vicinanza di quest' organo, i fasci longitudinali sono molto sviluppati per servire alla retrazione di esso.

I muscoli longitudinali del corpo costituiscono quattro fasci, cioè due dorsali fra loro contigui, e due ventrali situati ai lati dell' asse nervoso. Alla loro estremità anteriore, questi fasci si sfioccano in fasci secondari, la cui disposizione è in rapporto con la funzione complicata della protrusione della proboscide. I fasci dorsali si estendono più lontano in avanti che i ventrali: questi perdono la loro

[1] La régéneration des segments postérieurs du corps chez quelques Annélides polychètes (notice préliminaire). in: Arch. Ital. Biol. Tome 7. p. 395—403.

Digitized by Google

integrità laddove il midollo ventrale si divide in due per continuarsi con le commessure laterali del cingolo esofageo, cioè nel 5° segmento post-orale. La disposizione delle fibre nei fasci è stata in parte descritta e figurata dal ROHDE[1]. In ciascun fascio, le fibre sono appiattite e, sulla sezione trasversa, appariscono disposte a ventaglio, in più zone concentriche; le più larghe si trovano verso il centro del ventaglio, cioè verso il celoma; le più strette alla convessità del ventaglio, cioè verso l' ectoderma.

Quantunque non esista nella *Nephthys* adulta uno strato di fibre muscolari circolari, possiamo riferire a questo sistema le fibre muscolari dorso-ventrali, che sono tese fra i due parapodi dello stesso lato, principalmente verso il limite anteriore e posteriore di ciascun segmento (fig. 4 e 5 *mc*). Ritengo anche derivati da fibre circolari i muscoli trasversali ed obliqui dei parapodi, i quali si attaccano ai sacchi delle setole.

I muscoli delle acicule presentano la solita disposizione, cioè sono diretti secondo le generatrici di un cono che avesse la base nella parete del corpo, essendo l' apice occupato dalla base della rispettiva setola. Lo studio dello sviluppo di questi muscoli, nella coda rigenerata, mostra che una parte almeno di essi proviene da fibre del sistema circolare, che sono state deviate per lo spostamento della base dell' acicula, situata in origine nell' ectoderma. Però una porzione di queste fibre deve essersi formata sul posto, indipendentemente da altri sistemi preesistenti.

I muscoli dei diaframmi costituiscono un insieme molto complicato. Si possono distinguere in ciascuno di essi tre sistemi:

Anzitutto un sistema di fibre trasversali (fig. 4 e 5 *mt*) connesse fra loro da fibrille antero-posteriori più sottili, che credo non contrattili ma congiuntivali. Questo sistema costituisce il diaframma propriamente detto, e si estende fra la parete ventrale del corpo e l' intestino. Esso si continua in sopra con un fascio di fibre ad ansa (*mi*) che abbracciano l' intestino e vanno ad inserirsi alla parete dorsale del corpo, ai lati dei grandi fasci di muscoli longitudinali dorsali. Le fibre muscolari di questo sistema non si estendono in continuità da un lato all' altro del corpo, ma sono interrotte nella linea mediana. In questa interruzione mediana, corre un nervo impari (*nm*), che parte direttamente dal midollo ventrale. Il sistema delle fibre

[1] Die Musculatur der Chaetopoden. in: Z. Beiträge von A. SCHNEIDER. 1. Bd. p. 189, 190. Taf. 17 Fig. 32.

Digitized by Google

muscolari trasversali non si estende al lato dorsale dell' intestino. — Non ho potuto stabilire con certezza se i diaframmi costituiscano setti completi o pur no. Mi è sembrato che, al lato dorsale dello intestino, le cavità dei segmenti comunicassero fra loro. In questo punto, il diaframma, se esiste, sarebbe costituito da soli elementi congiuntivali, senza muscoli.

In avanti e indietro, il sistema dei muscoli trasversi è rinforzato da due sistemi di fibre oblique, le quali partono dalla superficie dell' asse nervoso, e vanno ad inserirsi alle pareti laterali del corpo. Questa inserzione periferica è limitata ad una stretta zona intersegmentale. Sulle sezioni trasverse, i fasci di fibre sembrano irradiarsi dal cordone nervoso (fig. 5 *mo*); l' esame delle serie di sezioni trasverse o di opportune sezioni longitudinali fa riconoscere che questi muscoli non sono obliqui soltanto nella loro projezione sopra un piano trasversale, ma appariscono pure tali, se si projettano sopra un piano sagittale, perchè la loro inserzione centrale sul cordone nervoso si estende per tutta la lunghezza dei segmenti. La disposizione dei fasci obliqui è la stessa sulla faccia anteriore e sulla faccia posteriore dei diaframmi e si può rilevare dalla fig. 5. In mezzo a questi muscoli obliqui, havvi dei fasci che si dirigono ai parapodi e s' inseriscono in parte alle pareti di questi, in parte ai fasci di setole. Il sistema dei muscoli obliqui è la porzione più complicata di tutta la muscolatura a fibre liscie della *Nephthys*. Un sistema consimile di muscoli obliqui è stato descritto da diversi autori in altri Anellidi[1]. Nella sua recentissima memoria sulla *Nephthys*, SCHACK[2] descrive i fasci di fibre oblique, che ha seguiti fino nei parapodi, ma non fa menzione delle fibre trasversali dei diaframmi.

Nel suo lavoro generale sulla muscolatura degli Anellidi, ROHDE[3] si è occupato anche della *Nephthys*. Già CLAPARÈDE[4] aveva veduto che le fibre muscolari di questo verme sono costituite da un mantello contrattile, nel quale è compresa una massa granulosa interna. Entro questa massa, ROHDE ha creduto di vedere dei nuclei sulle sezioni trasverse. Io ho osservato le stesse immagini descritte e figurate dal ROHDE: credo però doverle interpretare in altro modo. Allo stato

---

[1] Nei *Polyophthalmus* da E. MEYER (Arch. Mikr. Anat. 21. Bd.). Nei *Terebellides* da STEEN (Jena. Zeit. Naturw. 16. Bd.).

[2] Anatomisch-histologische Untersuchung von *Nephthys coeca* Fabricius. Dissert. inaug. Kiel 1886. p. 23.

[3] l. c.

[4] Les Annélides chétopodes du Golfe de Naples p. 179.

Digitized by Google

adulto, tutte le fibre muscolari liscie della *Nephthys* sono prive di nuclei propri. Sulle sezioni trasverse, i granuli fortemente colorati dal carminio, che si trovano nella sostanza assile delle fibre, possono costituire dei gruppi che simulano i nuclei. Però non è difficile riconoscere le condizioni vere delle cose, esaminando dei tagli nei quali alcuni tronchi di fibre muscolari siano stati spostati o rovesciati, in modo che si possano vedere nello stesso campo microscopico tronchi di fibre posti alcuni di taglio, altri obliquamente, altri secondo la loro lunghezza. Nelle fibre vedute longitudinalmente, non si vedono mai nuclei di nessuna specie.

Lo studio dello sviluppo fa riconoscere nella muscolatura liscia della *Nephthys* due specie di elementi. — Le fibre muscolari del sistema obliquo possono chiamarsi fibro-cellule; in ragione del loro modo di sviluppo, esse sono, secondo la terminologia di SCHNEIDER, fibre platimiarie. Le fibre giovani sono fusiformi, molto allungate e alquanto appiattite; sopra una delle loro facce piane, si forma uno strato di sostanza muscolare (fig. 7), il quale si estende poi, avviluppando il protoplasma e il nucleo (fig. 8). Quest' ultimo rimane visibile ancora per lungo tempo, nei segmenti rigenerati già avanzati nel loro sviluppo, o nei giovani vermi: il protoplasma residuale forma la sostanza assile granulosa delle fibre. Simile mi sembra il modo di formazione delle fibre dorso-ventrali e delle altre che ho riferite al sistema circolare.

Le fibre muscolari dei fasci longitudinali si sviluppano come fibre celomiarie. Sulle sezioni trasversali di giovanissimi segmenti in neoformazione, si vede che queste fibre formano una serie semplice sotto l' ectoderma. Ciascuna fibra è costituita da due lamelle muscolari, congiunte insieme ad angolo acuto al margine superficiale della fibra; fra quelle due lamelle, trovasi una certa quantità di protoplasma che si continua col corpo cellulare rivolto alla cavità viscerale e contenente il nucleo (fig. 6). Quando lo sviluppo dell' elemento muscolare è completo, la sostanza contrattile ha involto tutto il protoplasma, che è divenuto sostanza assile granulosa, e il nucleo è totalmente scomparso. — Nei giovani metameri, le fibre longitudinali non si estendono oltre i limiti del segmento al quale appartengono; costituiscono dei miomeri, separati da distinti limiti trasversi. Più tardi, questi limiti non sono più visibili e le fibre si prolungano per più segmenti successivi; per cui i miomeri fusi insieme vengono a costituire cordoni continui lungo tutto il corpo del verme. Questo valga per le prime fibre che si formano nei fasci longitudinali. Intanto

Digitized by Google

non posso escludere che, più tardi, quando quei fasci crescono, e i loro elementi si fanno più numerosi, le nuove fibre non si formino con un processo differente; però questo non mi pare verosimile. — Nello sviluppo dei miomeri si osserva un altro fatto interessante. Da prima, questi costituiscono delle lamine o piastre muscolari parallele all' ectoderma. Poi queste piastre si accartocciano, staccandosi dalla parete del corpo al loro margine laterale, la qual cosa sembra dipendere da un' azione meccanica, esercitata dallo spostamento di quelle fibre della muscolatura circolare che formano i muscoli delle acicule. Così le fibre muscolari appiattite dei fasci longitudinali, da prima quasi parallele e normali alla superficie esterna del corpo, divengono convergenti, rimanendo pressochè normali alla superficie esterna dei fasci stessi (fig. 4 e 5).

Vengo ora ai muscoli striati che formano nel corpo della *Nephthys* un sistema regolarissimo e molto complicato, il cui studio mi ha offerto non poche difficoltà. In fatti, ho dovuto, per acquistarne una conoscenza sufficiente, seguirne le fibre ad una ad una nelle serie di sezioni, onde riconoscere le loro inserzioni, e ricostruire poi graficamente il sistema intero. La coesione di questi elementi con le parti vicine essendo debolissima, avviene molto facilmente che i frammenti di fibre compresi nei singoli tagli si spostino, anche nelle serie fissate sul porta-oggetti coi processi della tecnica microtomica attuale. Per ciò mi è stato d' uopo eseguire molte serie di sezioni trasverse, sagittali e frontali, di cui solo poche riuscirono soddisfacenti. Le figg. 1, 2 e 3 rappresentano, in forma schematica, i risultati delle ricostruzioni eseguite su queste serie. Tutto il sistema è costituito da fibre o meglio fascetti primitivi isolati, connessi ai loro estremi con altre fibre, o con quelle parti che danno inserzione al sistema; laddove le fibre si congiungono fra loro, formano dei nodi ispessiti, nei quali appariscono saldate insieme per mezzo di una sostanza apparentemente omogenea, senza nuclei, fortemente colorata dal carminio[1].

L' asse del sistema è rappresentato da un doppio cordone mediano di fibre (a, a') che, in ciascun metamere, forma due nodi (α e β), coi quali si attacca al midollo ventrale, nella linea mediana del corpo: i due nodi si trovano in dietro (α) e in avanti (β) di

[1] I miei preparati erano induriti col sublimato corrosivo e colorati in massa con soluzione di carminio in alcool 70% — 100 p. ed acido cloridrico concentrato 1 p.

Digitized by Google

ciascun diaframma. Da ciascuno di questi nodi partono delle fibre oblique, di cui alcune vanno ai parapodi, altre raggiungono un cordone pari longitudinale (*b*), che corre lungo il margine laterale dei grandi fasci muscolari longitudinali ventrali. Questi cordoni pari hanno, in corrispondenza di ciascun diaframma, un nodo (*γ*) che riceve fibre dal doppio cordone mediano e ne manda altre nei parapodi. Ciascun nodo *α* emette due paja di fibre, di cui uno *c* va al nodo *γ* situato dietro di esso e l' altro *d* al nodo *γ* posto in avanti, cioè nel diaframma precedente. Il nodo *β* emette tre paja di fibre: l' uno *e* raggiunge il nodo *γ* più vicino; le altre due vanno ai parapodi situati in avanti del nodo, cioè uno *f* al parapodio ventrale, l' altro *g* al dorsale. Ciascuno dei nodi *γ* riceve dunque tre fibre dall' asse mediano ed emette poi quattro fibre, di cui due (*h*, *l*) per i parapodi del medesimo lato situati innanzi al nodo e due (*k*, *m*) pei parapodi posti dietro di esso. Le fibre *f* del nodo *β* e *h* del nodo *γ* vanno nel parapodio ventrale anteriore al nodo *γ*, dove si uniscono e formano un nodo *δ*, dal quale parte una nuova fibra *i* che si perde alla superficie dorsale posteriore del fascio di setole del parapodio. Lo stesso fascio di setole riceve alla sua superficie anteriore ventrale la fibra *k* del nodo *γ*. La fibra *g* del nodo *β* e la *l* del nodo *γ* vanno nel parapodio dorsale, dove si perdono insieme nella guaina dell' acicula; la *m* proveniente dal nodo *γ* va al fascio di setole del parapodio dorsale sito dietro il nodo, e termina alla faccia anteriore dorsale del fascio. — Da ciò risulta che le fibre le quali vengono dal nodo *γ* anteriore al parapodio in cui terminano devono con la loro contrazione trarre in avanti e innalzare il fascio di setole, rispetto al piano frontale del corpo. Avranno un' azione antagonistica i muscoli provenienti dal nodo *γ* posteriore al parapodio, e quest' azione sarà più energica, perchè i muscoli in parola sono rinforzati da altri che partono dal nodo *β*.

La muscolatura striata si estende, serbando la medesima disposizione, fino all' estremo codale del verme, dove però diviene difficile a rintracciare negli ultimi segmenti, perchè i suoi elementi sono ivi molto piccoli e rassomigliano a quelli della muscolatura liscia. Ho potuto seguire il cordone mediano fino alla base del cirro codale.

In avanti, l' asse mediano si estende fino al limite posteriore del 3° segmento, cioè due segmenti in avanti della biforcazione del midollo ventrale. Ivi forma un grosso nodo (fig. 1. *ε*) che emette

Digitized by Google

tre paja di cordoni, destinati ai tre nodi γ situati ai limiti che separano i segmenti post-orali 1—4 (fig. 1 γ^1 γ^2 γ^3). Il nodo γ^3 riceve ancora le sue radici ordinarie dall' asse; i γ^2 e γ^1 ricevono solo il cordone ora mentovato dall' ε. Il γ^2 manda ancora i suoi rami normali ai parapodi vicini; la fibra *n* che parte dal nodo γ^1 e va alle setole dei parapodi dorsali e ventrali del segmento 1° sembra essere equivalente delle fibre *h* ed *l* dei segmenti normali. I parapodi dei tre primi segmenti non ricevono fibre dai nodi β. Nei metameri seguenti, mancano le fibre *f*, e questa condizione pare che si estenda lungo tutta quella parte del corpo che racchiude la proboscide.

Dopo questa lunga descrizione della distribuzione anatomica delle fibre muscolari striate della *Nephthys*, vengo ora allo studio istologico delle medesime.

Finora non sono stati descritti a mia conoscenza veri muscoli striati, fuorchè nei Vertebrati e negli Artropodi, quantunque diversi autori (Wagener, Weismann, Schwalbe e più recentemente E. Meyer[1]) abbiano osservato e descritto apparenze di striatura nei muscoli di alcuni Molluschi e Anellidi. Il più recente investigatore dei muscoli dei Vermi, il Rohde[2] descrive muscoli striati trasversalmente in diversi Policheti; però aggiunge che trattasi di una striatura visibile solo con deboli ingrandimenti, mentre, con mezzi ottici più potenti, la striatura apparente dei fasci si mostra dovuta ad ispessimenti delle fibrille alternantisi con strozzature; benchè egli abbia studiato specialmente la *Nephthys*, non ha trovato in questo verme nessun vestigio di fibre muscolari striate. Invece Schack dice che tutti gli elementi muscolari della *Nephthys* sono apparentemente striati[3], osservazione questa che non posso confermare.

Gli elementi che sto descrivendo sono vere fibre o fascetti muscolari striati: il loro diametro è enorme relativamente a quello delle fibre liscie (fino a 0.028); hanno sezione più o meno cilindrica. Sono avvolte in un sarcolemma sottilissimo, sparso di nuclei, ma nel loro interno non contengono nè nuclei nè sostanza assile granulosa o altro residuo di protoplasma. La loro sostanza contrattile si decompone molto facilmente in fibrille tenuissime, e queste mostrano

---

[1] Arch. Mikr. Anat. 21. Bd. p. 778.

[2] l. c.

[3] l. c. p. 24.

Digitized by Google

una striatura tipica, cioè presentano nella loro lunghezza delle zone trasversali più rifrangenti e tingibili coi reagenti coloranti, separate da zone meno rifrangenti e poco tingibili. Le zone colorabili sono alternamente larghe e strette, precisamente come quelle dei muscoli striati degli Artropodi e dei Vertebrati. I limiti delle zone larghe, nei miei preparati, mi sembrano un poco meno netti che nelle fibre striate di altri animali; le zone strette non appariscono egualmente bene in tutte le fibre; per vederle bene, è necessaria una buona oggettiva a secco, o meglio una oggettiva a immersione. Una condizione rende spesso l' immagine alquanto confusa, ed è che la striatura trasversa non è concordante in tutte le fibrille di un fascetto: perciò le zone colorate appariscono piegate a zigzag, e qualchevolta spezzate e interrotte (fig. 10). Esaminando fibrille isolate con buone oggettive a immersione, ho potuto convincermi che la striatura trasversa è dovuta a differenze di rifrangenza e di colorabilità della sostanza delle fibrille stesse e non a rigonfiamenti o strozzature delle medesime (fig. 11). L' esame nella luce polarizzata mostra che le zone colorate dal carminio sono birifrangenti, e corrispondono quindi ai disdiaclasti delle fibre striate di altri animali. La distanza fra due zone strette successive varia naturalmente secondo lo stato di contrazione o di distensione delle fibre; nei miei preparati, ho trovato, misurandola sopra muscoli appartenenti a segmenti giunti a completo sviluppo, un valore di mm 0.010 a 0.012.

Ho studiato ancora lo sviluppo delle fibre muscolari striate, nella rigenerazione dei segmenti codali. Ciascun cordone o fascetto muscolare, che si estende fra due nodi del sistema, deriva da una sola cellula appiattita, la quale produce, sopra una delle sue facce, una laminetta di sostanza muscolare striata (fig. 9). In questo stadio la fibra striata rassomiglia perfettamente ad una fibra muscolare liscia del sistema obliquo, se non chè la sua sostanza contrattile è già striata. Con l' ispessirsi della fibra, il plasma non è involto nella sostanza contrattile, per cui non si forma il cordone midollare nell' interno del fascetto. Non mi è riuscito riconoscere il modo di formazione del sarcolemma, nè se i suoi nuclei provengano dalla moltiplicazione dell' unico nucleo primitivo o appartengano invece al tessuto connettivo interstiziale; io propendo per quest' ultima opinione, ma non posso affermarla in modo assoluto.

Considerando le inserzioni del sistema delle fibre muscolari striate al cordone nervoso, in avanti e indietro dei diaframmi, e ai fasci di setole, nonchè il modo di svilupparsi di queste fibre, credo

Digitized by Google

che si possano ritenere derivate dal differenziamento di alcuni elementi del sistema della muscolatura liscia obliqua.

Ora poche parole di storia. — Questo sistema di fibre striate non è stato veduto per la prima volta da me: già EHLERS[1] ne fa cenno brevemente, e lo considera come un apparecchio di ligamenti. — LANGERHANS[2] ne ha fatto più tardi una descrizione incompleta nella *Nephthys Homburgi*; egli ha riconosciuto il doppio cordone mediano, i nodi α e β e i rami che vanno ai parapodi, ed ha veduto pure la striatura caratteristica. Con tutto ciò, ritenne che si trattasse di un apparecchio scheletrico. Credo inutile combattere questa opinione, alla quale si oppongono lo sviluppo degli elementi istologici e il loro modo di comportarsi nella luce polarizzata. — Nella dissertazione più volte citata, SCHACK[3], senza conoscere il lavoro di LANGERHANS, dà di questo apparecchio una descrizione molto più difettosa. Egli lo considera come un complesso di ligamenti, il cui significato gli sembra tuttavia oscuro. Nella spiegazione della figura 18 lo chiama »kreuzförmiges Muskelband«, mentre alla fig. 17 lo chiama semplicemente »sternförmiges Band«: nessun' altra parola del lavoro accenna alla natura muscolare di questi elementi: la striatura è figurata molto male e l' autore ritiene a torto che le fibrille siano attorcigliate insieme come quelle di una corda.

Spiegazione della tavola 13.

Segni comuni a tutte le figure:

C Cervello.
N Asse nervoso: midollo ventrale.
nm Nervo impari del diaframma.
ad Acicula dorsale.
av - ventrale.
sd Fascio di setole del parapodio dorsale.
sv - - - - - ventrale.
md Muscolo longitudinale dorsale.
mv - - ventrale.

---

[1] Die Borstenwürmer p. 600.

[2] Die Wurmfauna von Madeira. in: Zeit. Wiss. Z. 33. Bd. p. 303—304. Taf. 16 Fig. 38.

[3] l. c. p. 25, figg. 17, 18

Digitized by Google

mc Muscoli dorso-ventrali, rappresentanti la muscolatura circolare.
mo - obliqui.
mt Fibre muscolari trasversali del diaframma.
vd Vaso dorsale.
vv - ventrale.
vs Vasi segmentali.

Fig. 1—3. Schemi della distribuzione dei cordoni muscolari striati della *Nephthys*, rappresentati da striscie nere. Per la spiegazione delle lettere greche che segnano i nodi e delle lettere latine che segnano i cordoni, si riscontri il testo p. 375 e seg.

Fig. 1. Schema della terminazione anteriore del sistema delle fibre muscolari striate, in un esemplare con proboscide retratta. L'area ombreggiata segna il sistema nervoso centrale. *o* bocca.

Fig. 2. Schema della muscolatura striata nella parte media e posteriore del corpo in projezione frontale. A destra sono segnati i muscoli dei parapodi dorsali, a sinistra quelli dei parapodi ventrali.

Fig. 3. Schema della stessa muscolatura veduta in sezione trasversa. A destra si vedono i muscoli che s' inseriscono dietro i fasci di setole, a sinistra quelli che si attaccano alla loro superficie anteriore.

Fig. 4. Sezione trasversa che mostra le fibre muscolari trasverse *mt* di un diaframma intersegmentale. Debole ingrandimento.

Fig. 5. Immagine risultante dalla combinazione di più sezioni, per mostrare la disposizione dei muscoli lisci obliqui che s' irradiano dall' asse nervoso: *mi*, ansa muscolare che abbraccia l' intestino.

Fig. 6. Sezione parziale di un fascio muscolare longitudinale, in un segmento molto giovane della coda rigenerata: *ec* ectoderma; *mm* giovani elementi muscolari celomiarii. 470 : 1.

Fig. 7. Giovane cellula muscolare liscia del sistema obliquo. La sostanza contrattile forma una lamella alla quale si appoggia il plasma cellulare. 380 : 1.

Fig. 8. Fibre più sviluppate del medesimo sistema, nelle quali il protoplasma e il nucleo sono avviluppati dalla sostanza contrattile. *A* fibra veduta di prospetto. *B* altra veduta di taglio. 380 : 1.

Fig. 9. Giovanissima fibra muscolare striata. 380 : 1.

Fig. 10. Porzione di una fibra muscolare striata di un segmento completamente sviluppato. In *a—a* la sostanza contrattile è rotta e lascia vedere il sarcolemma vuoto; *n*, *n* nuclei del sarcolemma; *n'* nucleo del sarcolemma che sta fuori del piano focale e si vede come ombra confusa. 550 : 1 (immers. omogen. Zeiss 2 mm).

Fig. 11. Due fibrille staccate, maggiormente ingrandite. 650 : 1 (immers. omogen. 2 mm).

Digitized by Google

Intorno ai corpi rossi della vescica natatoria di alcuni Teleostei[1].

Memoria del dottor **Alessandro Coggi.**

Con tavola 14.

GIOVANNI MÜLLER, nella sua classica »Vergleichende Anatomie der Myxinoiden«, dopo avere riconosciuto nei corpi rossi della vescica natatoria dei pesci tutte le proprietà della rete mirabile e tutte le variazioni di forma della medesima, stabilì quattro tipi di reti mirabili (Ciprini, Esox, Perca, Murene) ai quali potere opportunamente riferire tutte le variazioni nella struttura dei corpi rossi. Al 3° tipo di MÜLLER noi dobbiamo riferire i corpi rossi dei Teleostei fisoclisti: — rete mirabile arteriosa e venosa, dalla quale ha origine la vascolarità di un »orlo piatto o lembo che possiede sempre un certo ispessimento ed è pallido (gialliccio nei Gadoidi) mentre la rete mirabile è rosso scura. Il margine esterno dell' orlo è nettamente limitato e non passa gradatamente alla tunica mucosa, perchè è diverso in generale dalla tunica interna«. Il MÜLLER ammetteva che una sottilissima continuazione della membrana interna della vescica natatoria coprisse questi orli o lembi. Se non che una sezione di qualunque corpo rosso di questo tipo mostra all' evidenza che l' orlo o lembo è precisamente l' epitelio interno della vescica che ha subito modificazioni speciali.

Infatti la partecipazione dell' epitelio ai corpi rossi fu dimostrata dal prof. EMERY nel *Fierasfer*, nel quale pesce egli riconobbe l' esistenza di due organi rossi diversi per struttura e probabilmente anche per funzione, l' uno dei quali fornito di speciale ispessimento epite-

[1] Dal Laboratorio di Zoologia dell' Università di Bologna.

Digitized by Google

liale con cellule modificate, l' altro privo di questo ispessimento e anche differente per la distribuzione dei suoi vasi sanguigni[1].

Io ho studiato varie forme di corpi rossi nelle specie di Teleostei, tanto marini che d' acqua dolce, che ebbi a mia disposizione nel Laboratorio Zoologico della Università di Bologna. Della vescica natatoria delle specie marine ebbi esemplari alcoolici dalla Stazione Zoologica; quelle ch' io estrassi da animali vivi, o morti da poco, le trattai coi varî alcoli. Come mezzo di colorazione preferii quasi sempre il carminio alluminoso. Ho sezionato i pezzi più spesso che non abbia fatto preparati di superficie; e a quello scopo mi sono servito sempre dell' inclusione in paraffina, fissando i tagli in serie sul portaoggetti.

Ho esaminato circa una trentina di specie di Teleostei, ma fra di esse sceglierò, per le descrizioni dell' organo di cui tratto, solo quelle che in certo modo rappresentano i gruppi principali[2].

Nei Teleostei fisoclisti troviamo la massima complicazione nella struttura dei corpi rossi. Questi sono sempre situati sulla parete ventrale della vescica natatoria, e ne occupano preferibilmente la parte anteriore, o la camera anteriore, a seconda che la cavità della vescica è divisa o no in camere per mezzo di strozzamenti. Così è dei corpi rossi di *Corvina nigra*, di *Serranus scriba*, di *Motella vulgaris*, di *Sargus annularis*.

Anche le porzioni o cavità posteriori della vescica possono presentare corpi rossi; e questo si verifica quando il corpo rosso, che è anteriore, invade con le sue diramazioni anche le parti posteriori della vescica, come è il caso di *Trigla gurnardus*, *T. corax*, *Dentex vulgaris*, *Perca fluviatilis*; o pure anche quando la porzione o cavità posteriore ha un vero e proprio corpo rosso che non dipende da quello che è situato anteriormente, nè con esso è in relazione diretta, come

---

[1] Carlo Emery, *Fierasfer*. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. 2. Monographie. Herausgegeben von der Zool. Stat. zu Neapel.

[2] Ecco l' elenco delle specie esaminate: *Anguilla vulgaris*, *Muraena helena*, *Conger myrus*, *Trutta fario*, *Esox lucius*, *Carassius auratus*, *Cyprinodon calaritanus*, *Gonostoma denudatum*, *Scopelus Benoiti*, *Belone acus*, *Motella mediterranea*, *M. vulgaris*, *Ophidium* (*barbatum*?), *Labrus merula*, *Julis vulgaris*, *Perca fluviatilis*, *Serranus scriba*, *Gobius capito*, *Trigla corax*, *T. gurnardus*, *Corvina nigra*, *Dentex vulgaris*, *Gasterosteus aculeatus*, *Chrysophrys aurata*, *Sargus annularis*, *Scomber scombrus*, *Mugil cephalus*, *Balistes capriscus*, *Siphonostoma typhle*.

Digitized by Google

si osserva in *Julis vulgaris*, *Fierasfer acus*, *Motella mediterranea*. Ci sono dunque nella vescica natatoria di questi pesci due corpi rossi, di cui uno è anteriore e l' altro posteriore. E questi due corpi rossi possono essere identici per struttura (*Julis*), o pure diversi (*Fierasfer*, *Motella*); in quest' ultimo caso, l' anteriore è sempre il più complicato ed appartiene al tipo che predomina nei Fisoclisti; il posteriore, invece, più semplice, può ravvicinarsi al 3° tipo stabilito dal MÜLLER su *Esox lucius* e predominante nei Fisostomi addominali.

Nel corpo rosso dei Fisoclisti, in generale, si deve distinguere una rete mirabile arteriosa e venosa situata immediatamente sotto all' epitelio interno della vescica, e un corpo epiteliale che riceve sangue da questa rete mirabile. La rete mirabile arteriosa a sua volta riceve sangue da una arteria che penetra nella vescica traversando, insieme con la vena corrispondente, la membrana fondamentale. L' arteria arriva all' epitelio e si divide, sotto di esso, in due, in quattro, in più rami minori, i quali ancora si suddividono in vasi sottilissimi. Questi decorrono paralleli, o pure in modo raggiato, sempre però stretti gli uni agli altri, nel tessuto mucoso che sta fra la membrana connettivale esterna e l' epitelio interno della vescica, fino al limite segnato dall' origine del corpo epiteliale; nel quale le arteriole, raccolte prima per anastomosi in ramicelli un pò più grossi, si sfioccano in modo arborescente. Un decorso, in senso inverso, e però reciprocamente identico, hanno le vene, le quali prendono origine nel corpo epiteliale, formano la rete mirabile venosa, e si raccolgono in una vena unica che esce dalla vescica pel forame istesso per cui entra l' arteria.

Quello ch' io chiamo corpo epiteliale è un rilevamento appiattito, più o meno inspessito, che si rivolta estendendosi all' intorno, in vario modo a seconda delle specie, e diminuisce poi gradatamente o bruscamente di spessore per continuarsi con l' epitelio che riveste la cavità della vescica natatoria: perchè è questo stesso epitelio che così si modifica sull' area della vescica occupata dal corpo rosso.

Del rapporto di questo rilevamento epiteliale con i vasi sanguigni accennati sopra possono dare un' idea le figure 1 e 2 tolte rispettivamente da preparati di sezione sagittale dei corpi rossi di *Serranus scriba* e *Julis vulgaris* (posteriore). Nella prima, la rete mirabile arteriosa e venosa è formata da un fascio di vasi paralleli, e il corpo epiteliale diminuisce gradatamente di spessore fino ad assumere quello normale dell' epitelio interno della vescica. Nella seconda si vede che i vasi sanguigni prendono origine da un centro

Digitized by Google

comune dal quale irradiano, riuniti in più fasci, separati l' uno dall' altro da connettivo, e costituiscono come una calotta alquanto depressa sotto al corpo epiteliale. In questo caso, dunque, ci sono parecchie reti mirabili arteriose e venose, ciascuna delle quali si contiene in rapporto al corpo epiteliale in modo identico a quello sopra descritto. Il corpo epiteliale è un disco ripiegato anteriormente; e si vede il margine della porzione ripiegata passare assai bruscamente da epitelio ispessito ad epitelio normale.

Si comprende facilmente come questo corpo epiteliale rilevato ed ispessito contribuisca principalmente da parte sua a dare una forma speciale al corpo rosso. Così, a seconda che, rivoltandosi sopra la rete mirabile, conserva una certa unità e compattezza, o pure ha tendenza a dividersi in lobi, a guisa di foglie laciniate, ne deriva l' aspetto denso e compatto, a ferro di cavallo, del corpo rosso di *Serranus scriba*; quello di dischi tondeggianti, assai rilevati sulle pareti della vescica, dei due corpi rossi di *Julis vulgaris*; o pure, come in *Corvina nigra*, la divisione in due corpi laterali spessi ed opachi la cui forma e disposizione rammentano in piccolo quelle dei reni dell' uomo; o anche l' aspetto d' arborescenza dei corpi rossi di *Motella vulgaris, Labrus merula, Belone acus, Perca fluviatilis*. In questa ultima specie il corpo rosso, che è anteriore, è tanto diffuso da invadere, come fu già osservato, le porzioni medie e posteriori della vescica natatoria.

Così, questo ispessimento epiteliale che prende parte alla formazione dei corpi rossi assume, nello studio di tali organi, tanta importanza quanta n' ebbero sinora da soli i vasi sanguigni, ed è stato il campo quasi esclusivo delle mie ricerche. E ciò anche perchè della condotta dei vasi sotto ed entro ad esso corpo epiteliale non potrei dir molto, nè con molta sicurezza, essendomi mancato a ciò il materiale fresco per le iniezioni. Passo ora alla descrizione delle specie, incominciando dagli Acantotteri.

Labrus merula. — Fra mezzo alla estesa vascolarizzazione della vescica natatoria di questa specie, si osserva un ciuffo mediano che con la sua opacità che spicca sulla trasparenza del resto della vescica, sta ad indicare anche uno ispessimento delle sue pareti. Una sezione sagittale di questo ciuffo (fig. 3) mostra che l' epitelio interno della vescica prende parte alla formazione di un vero organo rosso. Dallo spessore normale di epitelio pavimentoso semplice passa ad ingrossarsi gradatamente fino a formare una massa epiteliale *cp* con ripiegature, quasi meandriforme, la quale è il campo della vascola-

Digitized by Google

rità, o ciò che ho chiamato sin qui corpo epiteliale. Dei fasci di vasi *r* che nella figura si vedono sezionati secondo varie direzioni, corrono (separati da connettivo e da spazî perivascolari prodotti forse artificialmente) fra la membrana connettiva fondamentale e l' epitelio interno della vescica, s' insinuano tra le pieghe del corpo epiteliale, e danno luogo ad arborescenze di vasi sottilissimi i quali appaiono forniti della sola parete endoteliale. Questi, dirigendosi alle parti superficiali della massa epiteliale, ora regolarmente paralleli, ora divergenti (fig. 4 *b*) l' invadono in ogni parte del suo spessore. E l' invasione, se così posso dire, è così completa che fra mezzo alla straordinaria quantità dei nuclei di globuli sanguigni, colorati intensamente dal carminio alluminoso, a pena si scorgono, e solo in certi punti, i nuclei più pallidi delle cellule epiteliali.

Oltre alle pieghe che danno luogo a cavità alterne, l' epitelio offre ancora certe fessure che credo affatto singolari. Di una di esse ho dato il disegno a fig. 5 *m*. Posta in vicinanza dell' entrata del fascio di vasi, essa occupa quasi intero lo spessore dell' epitelio. Che non sia una screpolatura accidentale, sì bene una introflessione affatto naturale, lo dimostra l' adattamento dei capillari a questa disposizione. Essi corrono dai varî punti circostanti alle superficie libere della fessura, e vi si dispongono regolarmente a ventaglio.

In queste fessure e nelle pieghe dell' epitelio si fermano più facilmente i materiali solidi di detrito. Nella fig. 4 si vede accumulata nella grande piega dell' epitelio una massa di sostanza granulosa *s*, la quale solo leggermente rimane colorata dal carminio alluminoso. Essa ha colmato l' infossatura lasciata dalla piega epiteliale e reso meglio continua la superficie interna della vescica.

Julis vulgaris. — L' esame dei due corpi rossi ha mostrato analogia nella loro struttura e nella istologia del corpo epiteliale. La fig. 6, tolta da un preparato di sezione del corpo rosso posteriore, mostra grosse cellule epiteliali, vasi sanguigni *v* sezionati trasversalmente o longitudinalmente a seconda della loro direzione, e fatti del solo endotelio, oltre a frequenti spazî perivascolari *m*. La sostanza propria delle cellule è sparsa di fine granulazioni, ed in certi punti, specialmente in vicinanza di vasi, mostra delle esilissime strie *st* che dalla periferia del vaso si conducono traverso al plasma cellulare; esse sono evidenti solo in quei punti in cui il piano di sezione coincide con la loro direzione. E io non so se le granulazioni siano la espressione ottica delle strie, come Emery ha osservato nelle cellule epiteliali del corpo rosso anteriore di *Fierasfer acus*.

Digitized by Google

Gli spazî perivascolari che stanno nelle circostanze dei grossi vasi non sono cavità chiuse e nè meno lacune che possano essere rimaste a caso per mancata pressione fra le cellule dell' epitelio; forse sono l' effetto anatomico di una funzione dell' epitelio, pure rimanendo sfornite di pareti proprie. Questo dico, prima perchè quegli spazî perivascolari accennano come a farsi strada fra le cellule epiteliali per arrivare, anche come semplici screpolature, alla superficie libera dell' epitelio; poi perchè ritroveremo queste lacune, sotto diverso aspetto, nel corrispondente epitelio di altre specie; perchè, infine, sono occupate da una sostanza granulosa che non appare colorata, o leggermente, dal carminio alluminoso, e che del resto potrebbe essere sostanza di detrito, o pure siero coagulato dai reagenti.

Corvina nigra. — Una sezione traverso al corpo epiteliale mostra delle cellule più piccole di quelle che ho osservato in *Julis*, e di forma più regolarmente esagonale, e che vanno diminuendo in dimensioni, di poco però, dagli strati profondi a quelli superficiali. In una sezione condotta perpendicolarmente alla direzione dei vasi sanguigni, si vedono quelle cellule far corona regolarmente intorno ai vasi e assumere allora forma pentagonale.

Dentex vulgaris. — Più notevole è la minuta struttura del corpo epiteliale in questa specie, del quale è disegnato a fig. 7 un pezzo di sezione longitudinale. Sono veramente eccezionali le dimensioni delle cellule profonde dell' epitelio. Delle tre cellule profonde I, II, III che sono disegnate nella figura, quella di mezzo possiede un nucleo che già da solo raggiunge le dimensioni delle cellule epiteliali di *Julis*, le quali io ho citate come ragguardevoli. Da queste cellule grossissime si passa, bruscamente o gradatamente, alle cellule meno profonde, relativamente più piccole. Se il passaggio dalle dimensioni delle cellule dello strato profondo a quelle delle cellule dello strato immediatamente sovrapposto è graduato, queste ultime si estendono in altezza quasi come in lunghezza; ma se il passaggio è brusco, cioè se la differenza delle dimensioni è grande, le cellule dello strato sovrapposto sono assai più larghe che alte e si presentano allungate in sezione.

Le cellule diminuiscono poi in dimensioni mano mano che ci si avvicina alla superficie ed allora esse sono così appiattite che a stento se ne distinguono, nella sezione, i contorni. Una così fatta disposizione ricorda l' aspetto della epidermide dei pesci con le sue cellule mucose.

I capillari sanguigni *v* corrono fra mezzo alle cellule dell' epi-

Digitized by Google

telio e seguono in generale i limiti di divisione fra una cellula e l' altra, e questo senza assumere direzioni troppo irregolari, però che le cellule piccole superficiali, rispetto alle maggiori profonde, non sono alternate, ma regolarmente sovrapposte. Questi capillari sono assai numerosi alla base delle cellule grossissime, dove s' intrecciano in una rete alquanto appiattita.

Serranus scriba. — La sezione del corpo rosso che ha servito alla fig. 1, a forte ingrandimento, non mostra nell' epitelio alcuna cosa di notevole se non che esso per la forma e le dimensioni delle cellule, e per la disposizione fra mezzo a queste dei vasi sanguigni, può rappresentare un mezzo termine tra la regolarità e l' uniformità degli elementi anatomici nell' epitelio di *Corvina*, e la strana difformità, disposizione e compattezza dei medesimi nell' epitelio di *Dentex*.

Gobius capito. — Un campo vascolare centrale dal quale irradiano tutt' all' intorno vasi sanguigni raccolti in ciuffi e che vanno perdendo della loro evidenza man mano che si allontanano dalla loro origine, costituisce nella vescica natatoria il corpo rosso. Il campo vascolare che con la sua opacità spicca sulle delicate e trasparenti pareti della vescica, è fatto dai numerosissimi vasi di varia grandezza che si dipartono dal suo centro, serrati gli uni contro gli altri, senza però che manchino fra mezzo a loro elementi cellulari, provenienti forse dallo strato di tessuto mucoso. Così disposti, non costituiscono all' interno della vescica una superficie liscia, ma offrono frequenti infossature e in certi punti dei tubi corti che si aprono alla superficie per mezzo di quelle infossature. Questa singolare superficie, evidente in un taglio dell' organo vascolare (fig. 8), è coperta da un epitelio semplice (*e*) fatto di cellule alte e strette, il quale la segue nelle infossature e nei canali, dando così allo insieme un aspetto veramente ghiandolare.

I nuclei delle cellule stanno nella porzione più superficiale di esse, e le cellule sono così strette e ravvicinate fra loro che in una sezione la quale comprenda più d' una cellula nel suo spessore, quelli, intensamente colorati dal carminio, si vedono costituire una linea scura che segue da vicino parallelamente il margine libero dell' epitelio.

Tutto codesto si vede nel tratto della sezione che corrisponde alla parte centrale dell' accumulo vascolare. Man mano che si va verso i lati, diminuisce il numero dei vasi ed anche, ma di poco, l' altezza delle cellule epiteliali, per modo che lo spessore del corpo rosso decresce gradatamente fino a che l' epitelio riveste da solo le membrane sottostanti della vescica.

Digitized by Google

Io ho accennato più su a tubi oltre che ad infossature (*m*), perchè in certi punti della sezione si vede lo spessore del corpo rosso totalmente occupato dal taglio di una cavità (*m'*) a volte circolare, più spesso ellittica, rivestita internamente di un epitelio perfettamente identico a quello che riveste la superficie della rete mirabile. Quella cavità ora è vuota, ora è occupata da una materia granulosa sulla quale il carminio alluminoso ha agito debolmente. Questa particolarità che si ripete nella medesima posizione in tre ed anche quattro tagli successivi, non può far dubitare che si tratti qui di un vero tubo.

A me sembra evidente che, in *Gobius*, l' epitelio, in quanto prende parte alla formazione di un organo rosso, è in una condizione inferiore rispetto all' analogo epitelio delle specie fin qui studiate. Esso non è un vero corpo epiteliale rilevato ed ispessito, come si osserva in generale nei corpi rossi dei Fisoclisti; è un epitelio semplice, non stratificato. Solo, le sue cellule acquistano gradatamente dimensioni maggiori dalle parti periferiche alle centrali dell' accumulo vascolare, dove anche questo aumenta di spessore. E non si potrebbe dire che codesto epitelio concorra in alcun modo alla formazione del corpo rosso, se non avesse la tendenza ad internarsi e a formare cavità o canali fra mezzo all' accumulo vascolare, e non seguisse questo in tutte le anfrattuosità della sua superficie libera.

L' esame poi del corpo rosso di *Gobius* in un preparato d' iniezione (metagelatina di Fol, iniezione dalla vena codale) mi ha convinto delle condizioni poco differenziate che presenta anche la sua vascolarità. Non c' è una distinta rete mirabile arteriosa e venosa che scorra sotto all' epitelio e dia luogo poi alla vascolarizzazione di un corpo epiteliale distinto. O, almeno, queste due condizioni devono essere nel corpo rosso di *Gobius* in uno stato assai primitivo. Ci sono ciuffi, meglio che fasci, di piccoli vasi sanguigni che formano reti mirabili unipolari; ma questi, alla parte opposta al polo da cui prendono origine non sono riuniti da anastomosi, e non possono segnare così un limite distinto fra la rete mirabile e il campo vascolare centrale, dove le cellule epiteliali hanno dimensioni maggiori.

Lo studio del corpo epiteliale di *Trigla gurnardus* e *Motella mediterranea* può servire ad indicare meglio queste condizioni poco differenziate del corpo rosso di *Gobius*.

Trigla gurnardus. — La fig. 9 si riferisce appunto a questa specie. Ci si scorge subito la tendenza, come fu osservato per *Gobius*, di un epitelio semplice a contorcersi e a formare delle cavità *m* aperte alla superficie libera, e delle altre cavità chiuse nelle quali

Digitized by Google

rimangono serrati dei vasi sanguigni di diverso calibro e che si vedono nella figura sezionati per traverso (*v*). Ma qui questa tendenza è assai più spiccata. Sono due epiteli questi dei corpi rossi di *Gobius* e *Trigla* che pur avendo una medesima tendenza, non la posseggono nello stesso grado. L' epitelio di *Trigla* si trova in una condizione superiore per rispetto a quello di *Gobius*: e questa superiorità consiste oltre che in un principio di difformità delle cellule, anche nel maggior numero delle cavità e nella loro maggiore profondità; alcune di esse s' internano ed approfondano al di sotto di altre cavità meno sviluppate, tanto che, secondo certe direzioni, lo spessore dell' epitelio così differenziato corrisponde a quello di epitelio semplice più volte ripetuto. Esso può essere chiamato un epitelio inspessito.

Motella mediterranea (fig. 10). — Constatiamo un ulteriore differenziamento nell' epitelio del corpo rosso anteriore, il quale in questo Anacantino è fatto sul tipo che abbiamo veduto ripetersi negli Acantotteri già esaminati. Nella parte della figura che corrisponde alla superficie libera dell' epitelio si scorgono fessure e cavità chiuse e aperte (*m*, m^1, m^2) che non sono quelle semplici e primitive di *Gobius*, nè quelle già differenziate di *Trigla*. Qui la complicazione è più inoltrata. Nelle parti più profonde, vi sono delle larghe cavità irregolari limitate dalle cellule epiteliali le quali vi s' aggiustano numerose e strette le une alle altre tutt' all' intorno, o pure le rivestono assumendo una forma allungata (*e*); e quelle cavità sono in comunicazione con infossature lunghe e strette delle parti superficiali dell' epitelio. E in certi punti il tratto di comunicazione è evidente (*co*).

Una simile disposizione rammenta quella di certe neoformazioni patologiche epiteliali (epiteliomi) che si verificano nei vertebrati superiori, più che non dieno l' aspetto di elementi allo stato normale.

Le infossature nella loro forma generale variano pure di dimensioni: talune sono assai strette, sono semplici fenditure a pena visibili (m^1) e non s' allontanano molto dalle fessure notate in *Labrus merula*, a parte il mirabile adattamento in queste dei vasi sanguigni; tali altre sono più aperte ed hanno rassomiglianza con quelle dell' epitelio di *Trigla* (m^2). Di più, le cellule che rivestono le cavità e le infossature circuiscono all' interno accumuli di vasi sanguigni; in taluni punti anzi si dispongono quasi in uno strato solo, ma non in modo così evidente come in *Trigla* e *Gobius*. I vasi sanguigni (*v*) soli od accumulati fra mezzo alle cellule epiteliali si vedono nella figura sezionati per traverso; sembrano come compressi lateralmente e la

Digitized by Google

loro sezione tiene un poco della forma delle cellule che li circondano.

L' esemplare della vescica natatoria di *Motella mediterranea* non presentò l' organo rosso posteriore conservato tanto da poterne esaminare la struttura: in esso era avvenuta una forte emorragia la quale impediva di vedere nettamente il decorso dei vasi. Però in un preparato di superficie colorato con carminio acido, potei notare in alcuni punti, nei quali il sangue non si era raggrumato, dei vasi sanguigni (arterie e vene) che con decorso serpentiforme s' insinuavano irregolarmente traverso ad altri vasi più piccoli ma raggianti regolarmente a ventaglio: disposizione che nel suo insieme io trovai molto analoga a quella dell' organo rosso posteriore di *Fierasfer*[1]. Tale analogia potrebbe costituire dunque un nuovo fatto anatomico in sostegno dell' opinione di Troschel e Günther, i quali collocano gli Ofidiidi (*Fierasfer*) vicino ai Gadoidi (*Motella*), contro l' opinione di Canestrini il quale invece li ravvicina ai Gobioidi nel suo ordine degli Aplotteri. Debbo dire però che nei due esemplari che ebbi di *Motella vulgaris*, la vescica natatoria presentò solo l' organo rosso anteriore.

Ritornando al corpo epiteliale, esso offre in *Gobius*, *Trigla* e *Motella* tre stadî non lontani di differenziamento; il quale consisterebbe nello infossarsi e ripiegarsi che fa un epitelio semplice quasi per offrire di sè una maggiore superficie libera. E le cavità che risultano dagli infossamenti e dalle pieghe sarebbero perfettamente omologhe in quei tre generi. Ma le cavità di varia forma che presenta l' epitelio di *Motella* non sono ancora gli spazî perivascolari osservati in *Julis vulgaris*. Però, in *Motella*, e meglio ancora in *Trigla*, è evidente la tendenza dell' epitelio a circondare e rinserrare, nelle ripiegature che forma, dei vasi sanguigni. Di più, dove esistono cavità, lacune, fessure, avvallamenti, si trovano sempre occupati da una sostanza granulosa sulla quale agisce debolmente la materia colorante. Per questo, mi sembra che una relazione ci debba essere fra le cavità dell' epitelio di *Motella* e gli spazî perivascolari di quello di *Julis*; fosse anche solo una pura analogia. Se non che in *Julis* tutti gli elementi del corpo epiteliale sono maggiormente differenziati; sì perchè è completamente perduta la condizione di strati di epitelio semplice ripiegati e sovrapposti, come anche perchè la forma delle cellule è più decisamente irregolare e meno obbligata sembra la posizione in esse del nucleo.

---

[1] Emery, loc. cit.

Digitized by Google

Perca fluviatilis. — L' epitelio inspessito del corpo rosso potrebbe rappresentare uno stadio intermedio, quanto a differenziamento, fra *Motella* e *Julis*. In una sezione di esso, si osservano delle fessure che occupano trasversalmente quasi intero lo spessore dell' epitelio, come di simili ne notai in *Motella*. E le pareti delle fessure s' allontanano in certi punti tanto da poter circondare, alquanto discoste, dei vasi sanguigni che si vedono sezionati in vario senso. Quelle fessure potrebbero avere dunque lo stesso significato degli spazî perivascolari di *Julis*.

Gasterosteus aculeatus. — Questa specie ci offre nel corpo epiteliale una disposizione singolare, la quale dimostra vie più la tendenza di un epitelio semplice a infossarsi e ripiegarsi per aumentare la propria superficie. In *Gasterosteus* (fig. 11) questo avviene in un modo più regolare che non in *Trigla*. Delle cavità alterne che risultano dalle pieghe dell' epitelio, le inferiori sono aperte e occupate dai vasi sanguigni (*v*), i quali sono avvolti e riuniti fra loro e con quelli che stanno sotto all' epitelio, a mezzo di connettivo (*t*) che con essi s' insinua nelle cavità. Le superiori (*m*) invece sono chiuse e tali appariscono, anche osservando due o tre sezioni consecutive; solo, alla superficie libera dell' epitelio corrisponde a ciascuna di esse una lieve depressione (*m*^{1}), la quale spiega all' evidenza la loro origine.

Balistes capriscus. — Del gruppo dei Plectognati esaminai solo questa specie. Il corpo rosso è assai sviluppato, sì per estensione, come pel grado di complicazione, tanto che può rientrare con quelli degli Acantotteri e Anacantini nel 3° tipo di MÜLLER. Però, sebbene l' epitelio abbia subito già un ispessimento ragguardevole, gli elementi non appariscono in esso tanto differenziati come potrebbe aspettarsi. Le cellule hanno dimensioni ordinarie e forma a bastanza regolare e costante. I vasi sanguigni invadono, traendo seco il solito esile connettivo, tutto lo spessore del corpo epiteliale; e sono poche le cellule epiteliali che in un taglio non si vedano toccate nel loro contorno dalla sezione di qualche vaso o da quel connettivo. Non osservai fessure o cavità che potessero paragonarsi a quelle delle specie fin qui studiate. Solo, debbo accennare a certe lacune larghe, circolari o ellittiche, senza un contorno deciso, le quali difficilmente si ripetono in due tagli successivi. Pel fatto che queste lacune si mostrano incompletamente occupate da una sostanza compatta, colorata intensamente dal carminio alluminoso, e quindi rassomigliante al plasma nucleare, io suppongo che sieno da considerarsi come centri di decomposizione di cellule epiteliali. Forse in *Balistes* l' epitelio del

Digitized by Google

corpo rosso è assai più attivo che non avvenga in altre specie. La superficie del corpo epiteliale si vede ornata di avvallamenti macroscopici, più frequenti e più profondi nelle parti centrali del corpo rosso: avvallamenti che inutilmente provai a cercare in relazione con qualche struttura speciale dell' epitelio. E forse non sono estranei a questi fatti la grande capacità della vescica natatoria e il non comune sviluppo della membrana connettiva fondamentale, la quale ha assunto consistenza quasi cartilaginea.

Siphonostoma typhle fra i Lofobranchi ha due corpi rossi situati ai due poli opposti della vescica natatoria, identici per grado di complicazione e per struttura intima, ineguali quanto alla estensione: il corpo rosso anteriore è più sviluppato del posteriore. In ambedue c' è una rete mirabile arteriosa e venosa che irrora poi un corpo epiteliale ispessito; questo può paragonarsi ad una calotta applicata internamente a ciascuna estremità della vescica. In certe sezioni si vede manifesta l' origine dell' ispessimento: sono ripiegamenti di un epitelio semplice i quali formano infossamenti e fessure alla superficie libera e involgono con la parte profonda dei vasi sanguigni solitarî o raggruppati. Ho figurato già una simile disposizione in *Gasterosteus*.

DE LA ROCHE ammetteva solo nella vescica natatoria dei Fisoclisti dei veri corpi rossi con ispessimento epiteliale, o, com' egli si esprimeva, con »renflement de la membrane interne«. Nei Fisostomi, ad eccezione dei Murenidi, ossia nei Fisostomi addominali, i vasi sanguigni »se distribuent simplement à la manière des vaisseaux ordinaires sur les parois de la vessie, sans se rendre dans des corps particuliers«[1]. È un fatto che ordinariamente nei Fisostomi addominali il corpo rosso ha forma più semplice per rispetto a quello dei Fisoclisti. In quelli, dei vasi arteriosi si ramificano in ciuffi e, senza riunirsi nuovamente in tronchi, si estendono su tutta la vescica natatoria (Ciprinidi, Salmonidi), o pure occupano determinati posti di essa (*Esox lucius*), per poi raccogliersi in vene similmente distribuite; e l' epitelio comune della vescica vi passa sopra senza modificarsi sensibilmente. Ma DE LA ROCHE aggiungeva: »Cependant on les voit (les vaisseaux) quelquefois assez rapprochés dans quelques parties de la vessie et notamment dans le voisinage de l' orifice du canal aérien,

[1] DE LA ROCHE, in: Ann. Mus. H. N. Paris. XIV. p. 184—245.

Digitized by Google

de manière à rendre cet endroit un peu plus rouge que le reste.« E questa è precisamente la condizione ch' io notai in alcune forme di Fisostomi che ora descrivo.

Scopelus Benoiti. — La vescica natatoria di questa specie offre, intorno all' orificio del dotto pneumatico, un' area opaca che indica un ispessimento delle pareti. Dei preparati di superficie e di sezione mi hanno convinto che si tratta qui di un organo rosso fatto sul tipo di quelli dei Fisoclisti. Un fascio di vasi sottili entra insieme col dotto pneumatico nella parte anteriore della vescica e si divide subito in tre fasci minori i quali decorrono un poco divergenti prima di sfioccarsi in tre lobi od aree inspessite, le quali occupano all' intorno la porzione anteriore, più specialmente ventrale, della vescica (fig. 12). I tre fasci di vasi sono altrettante reti mirabili arteriose e venose, e lo sono già prima di entrare nella vescica, diversamente da quanto si verifica nei Fisoclisti. E i tre lobi, che si mostrano in sezione come altrettanti ispessimenti dell' epitelio interno, costituiscono il corpo epiteliale, nel quale si sfioccano i vasi della rete mirabile. Sull' area che separa i due lobi estremi, nella porzione dorsale del corpo rosso, l' epitelio passa senza modificarsi, col suo spessore normale; però in quell' area avviene la comunicazione anastomotica fra rami di grossi tronchi sanguigni che partono dai due lobi. Io ho disegnato a fig. 13 un tratto di quest' area. In essa le anastomosi non avvengono solo all' apice delle arterie e delle vene, ma anche per tratti di comunicazione intermedî, così da formare una rete vascolare assai estesa. Una simile disposizione rammenta la vascolarizzazione del corpo rosso posteriore di *Fierasfer*, descritta e figurata dal prof. Emery; e, nella massima parte dei Fisostomi addominali, costituisce da sè sola il corpo rosso. Adunque in *Scopelus* si troverebbero associate due forme di corpi rossi le quali ordinariamente sono tipiche l' una dei Fisoclisti, l' altra dei Fisostomi addominali. Questo fatto può servire, se non ad altro, a dimostrare il legame morfologico che esiste fra questi due tipi di corpi rossi stabiliti dal Müller.

Gonostoma denudatum. — Presenta pure un organo rosso fatto sul tipo di quelli dei Fisoclisti. Esso è situato però alla estremità posteriore della vescica natatoria. Non diversifica di molto quanto a complicazione da quello di *Scopelus*: la rete mirabile arteriosa e venosa è pure esterna per rapporto al contorno della vescica; però è involta da una continuazione dell' esile membrana connettivale e del tessuto mucoso sottostante. Ma l' epitelio non si inspessisce in tre lobi distinti come in *Scopelus*, bensì forma come una calotta continua

Digitized by Google

applicata, internamente, all' estremo posteriore della vescica, identicamente a quanto si riscontrò nei due corpi rossi di *Siphonostoma*; e lo spessore del margine anteriore di questa calotta epiteliale decresce gradatamente fino a ridursi a quello normale dell' epitelio che riveste il resto delle pareti della vescica.

In una sezione del corpo epiteliale (fig. 14), si notano tosto le forti dimensioni che assumono le cellule, strette irregolarmente le une alle altre e intorno a vasi sanguigni sezionati in vario senso, non senza lasciare però degli spazî circolari *m* sprovvisti di un contorno proprio. Questi spazî che si ripetono nella stessa posizione relativa in più tagli successivi, non sono che altrettante sezioni di cavità, le quali hanno bensì forma assai più regolare che non le corrispondenti cavità, lacune, tubi, infossamenti osservati nelle altre specie, ma con essi forse hanno omologia. Io non potei seguire il loro decorso per lunghi tratti, nè le vidi mai aprirsi in alcun punto della superficie libera dell' epitelio. E potrebbe darsi che sieno cavità perfettamente chiuse.

Cyprinodon calaritanus. — L' epitelio è lievemente inspessito su tutta l' area della vescica natatoria in cui più o meno si concentra la vascolarità del corpo rosso. Anzi si può dire che tutti i vasi decorrono, involti da connettivo, nello spessore dell' epitelio. Perocchè questo già avviene per i grossi rami, in cui si divide l' arteria subito ch' è entrata nella vescica, e i quali s' irradiano tutto all' intorno al loro punto d'origine. Tuttavia lo spessore dell' epitelio, anche nei punti centrali del corpo rosso, è sempre lieve, e, presentando esso nessuna lacuna e una superficie libera senza infossamenti, sembra, a osservarlo in una sua sezione, che sia fatto per colmare gli spazî e le irregolarità di superficie che rimangono nel fitto intreccio dei vasi maggiori e minori e delle loro corte anastomosi trasversali.

Interessante si presentava lo studio del corpo rosso negli Scomberesoci, anche come ricerca di un fatto anatomico che servisse a meglio chiarire la posizione sistematica di questo gruppo, il quale, sebbene fatto di forme fisocliste, oscilla tuttavia nelle classificazioni moderne fra i Fisostomi addominali e gli Anacantini.

Belone acus. — La vascolarità della vescica natatoria, a parte l' aspetto d' insieme che la ravvicinerebbe a quella dei corpi rossi degli altri Fisoclisti, può avere, a mio credere, lo stesso significato morfologico di quella che si osserva nell' organo corrispondente di

Digitized by Google

Esox. Dei ciuffi di sottili vasi che si formano per divisione arborescente di grossi tronchi arteriosi e venosi, irrorano poi diffondendosi larghe aree, non limitate, della vescica. È a notarsi però che quando i vasi sottili sono riuniti in ciuffi, sono situati ancora nello strato di tessuto mucoso che separa la membrana connettiva fondamentale dall' epitelio interno, ed entrano poi in quest' ultimo senza riunirsi in vasi più grossi, condizione questa che è quasi generale negli Acantotteri e negli Anacantini. Nell' epitelio i vasi si diffondono e si anastomizzano fra di loro costituendo una rete quasi piana, a maglie a bastanza strette; e ciascuna maglia non comprende che poche cellule epiteliali. In un preparato di sezione l' epitelio si mostra pavimentoso stratificato, lievemente però, e solo in corrispondenza dei tratti che coprono i vasi ancora riuniti in fasci o in ciuffi; chè dove essi cominciano a divergere e diradarsi, l' epitelio diminuisce di spessore e si riduce pavimentoso semplice. Adunque in *Belone*, in quanto l' epitelio è inspessito, si trova in condizione poco dissimile da quella dell' analogo del *Gobius*. Se non che in questo l' epitelio è semplice e solo mostra la tendenza ad inspessirsi per gli infossamenti e i tubi che forma; in *Belone* invece è già un poco inspessito senza presentare alcuna discontinuità alla superficie libera. Questo fatto farebbe supporre un' altra origine a siffatto ispessimento epiteliale che non sia quella che obbedisce alla tendenza dell' epitelio di presentare una maggiore superficie. È a notarsi però che i vasi sono riusciti a insinuarsi, avvolti da connettivo, entro all' epitelio: e bisognerebbe provare che in ciò essi abbiano avuto una parte attiva prima di ammettere una seconda maniera di ispessimento.

Un Acantottero, *Mugil cephalus*, ha presentato nella vascolarità e nell' epitelio del corpo rosso condizioni identiche a quelle notate per *Belone*.

I corpi rossi dei Murenidi sono i meglio conosciuti; e si può dire che da soli abbiano servito alla maggior parte delle ipotesi degli autori sulla funzione di tali organi. Sono due corpi di forma elissoidale, che stanno lateralmente all' entrata nella vescica del dotto pneumatico. Il MÜLLER li ascrisse al suo 4° tipo: rete mirabile amficentrica di arterie e vene; ci sono due poli arteriosi e due venosi; i vasi decorrono a fasci, pressochè paralleli. I due corpi sono rigonfi alcun poco nella parte mediana, ove, al dire del ROBIN, si ramificherebbero in capillari più piccoli per ricostituirsi alle due estremità del corpo rosso nei due poli. Sebbene fra mezzo a quei vasi,

Digitized by Google

almeno nelle parti più vicine alla periferia, si possa osservare della sostanza cellulare, pure, secondo le mie osservazioni sui corpi rossi di *Anguilla vulgaris*, *Muraena helena* e *Conger myrus*, l' epitelio interno della vescica non partecipa in alcun modo alla loro formazione. In ciò essi fanno contrasto marcato con i corpi rossi dei Fisoclisti.

Noterò qui di passaggio che in *Muraena* la vescica natatoria, fornita di robusta e rigida parete connettivale, non ha condotto pneumatico: fatto già pubblicato da O. G. Costa.

Se da questi fatti alquanto sconnessi è lecito trarre una conclusione un po' generale, dirò anzi tutto che un rapporto assoluto fra la complicazione maggiore dei corpi rossi della vescica natatoria e la mancanza di un dotto pneumatico, non esiste. E se è un fatto che nei Teleostei fisoclisti i corpi rossi si possono ridurre a un tipo altamente differenziato, è pur vero che a questo tipo possiamo riferire i corpi rossi di alcune forme di Fisostomi (*Scopelus*, *Gonostoma*), come è anche vero che certi Fisoclisti (*Gobius*, *Mugil*, *Belone*) offrono in questi organi un differenziamento pochissimo inoltrato. E mi limito a parlare di complicazione perocchè quanto alla relazione della presenza o mancanza di corpi rossi con la presenza o mancanza di un dotto pneumatico, il Müller[1] già da tempo l' ha dimostrata affatto imaginaria — contro le affermazioni di Monro, de la Roche, Treviranus e altri. Anzi il Müller ammetteva in certo modo in tutti i pesci dei corpi rossi, tanto che della diffusa vascolarizzazione della vescica natatoria dei Ciprini egli fece, se non un tipo di corpi rossi, almeno, come egli stesso si espresse, »la forma più semplice di rete mirabile«.

Se non che il Müller si fondò nella sua classificazione dei corpi rossi esclusivamente sulle condizioni della loro vascolarità. Nei Ciprini osservò delle radiazioni vascolari che possono estendersi su tutta la vescica natatoria senza che in causa della loro distensione ne avvenga un accumulo locale o un corpo rosso — 1° tipo. In *Esox lucius*, invece, le reti mirabili consistono in ventagli di arterie e vene,

[1] »Die Esox haben wahre rothe Körper und doch den Luftgang, und diese gehen in die ganz diffusen Wundernetze der großen Gruppe von Gattungen der Cyprinen unmerklich über. Die Welse, die Salmonen (Salm, Stint) und die Clupeen und Störe liefern dagegen in der That Beispiele von Schwimmblase mit Luftgang und ohne Wundernetze, so wie es wahrscheinlich auch Fische mit Schwimmblase ohne Luftgang und ohne rothe Körper giebt.« J. Müller, Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. in: Abh. Akad. Berlin. 1839.

Digitized by Google

che si mostrano solo in determinati posti della vescica; quando le arterie abbandonano il ventaglio sono già tubi capillari; questi si ramificano in vicinanza di esso e vi fanno ritorno riunendosi in vasi venosi — 2° tipo. In *Gadus*, *Lota*, *Lucioperca*, *Perca*, *Acerina* ed altri, le arterie dei ventagli vascolari si riuniscono all' altra estremità e si diramano poi in forma arborescente in una corona capillare propria dei ventagli; e il sangue ritorna per mezzo di vene similmente disposte; mentre tutto il resto della vescica natatoria riceve sangue non dai ventagli, ma da semplici vasi sanguigni — 3° tipo. Nelle Murene c' è una rete mirabile amficentrica di arterie e vene, i cui vasi non si diffondono in vicinanza di essa o a corona intorno ad essa, ma, per mezzo di nuovi rami, in tutta la vescica natatoria — 4° tipo [1].

Ora, credo che nulla si possa aggiungere alle esatte descrizioni che del 1°, 2° e 4° tipo ci ha dato il celebre anatomico, perchè nei corpi rossi che ad essi si riferiscono, all' infuori dei vasi sanguigni, non concorre alla loro formazione alcun altro elemento della vescica natatoria.

Nei corpi rossi del 3° tipo, invece, come dimostrai, entra in concorrenza con i vasi sanguigni anche l' epitelio interno della vescica. E questo, complicandosi in vario modo sull' area occupata dall' accumulo vascolare, diviene parte integrante del corpo rosso. Delle due parti in cui questo può distinguersi (la rete mirabile arteriosa e venosa, e il corpo epiteliale che è campo di una fitta vascolarità), la seconda può dirsi costituita da un epitelio, da prima semplice, che si avvalli, s' infossi, si ripieghi, s' introfletta come per allargare la sua superficie, e dia luogo alla formazione di cripte che possono avere dimensioni e direzioni assai svariate, ma che sempre hanno per effetto la inclusione fra cellule epiteliali, appartenenti a cripte contigue, di vasi sanguigni che decorrono nel tessuto mucoso sottostante. Però i vasi che avvolti da connettivo vengono in questa maniera compresi nel corpo epiteliale, non sono le arterie e le vene della rete mirabile, bensì quelli che, con l' espressione del MÜLLER, »si diffondono in vicinanza o a corona intorno ad essa«: Nei casi in cui l' epitelio forma une massa compatta, si può ritenere che questa condizione sia l' espressione di un ulteriore differenziamento, per la scomparsa totale delle cripte e ripiegature.

Codesto mi sembra sufficientemente provato dalle mie osservazioni su gli Acantotteri, gli Anacantini, i Plectognati, i Lofobranchi e alcuni Fisostomi. Anzi *Gobius*, *Gasterosteus*, *Trigla*, *Motella* e *Julis*

[1] J. MÜLLER, l. c.

Digitized by Google

segnerebbero stadî successivi di differenziamento dell' epitelio nel processo che ho indicato.

Però, avendo osservato nell' epitelio di *Belone* un ispessimento a pena iniziato, senza che presentasse un qualche accenno di cavità o anche di semplici infossature superficiali, io ho ammesso la possibilità di un altro processo di ispessimento dell' epitelio. Potrebbe darsi che avvenisse una proliferazione di cellule nella parte profonda dell' epitelio come reazione alla tendenza che avrebbero i vasi ad insinuarsi entro di esso. È nota la teoria di Boll sull' accrescimento dei tessuti, teoria ch' egli dimostrò nello sviluppo del pulmone del cane, e riassunse in »una lotta dei tessuti«, »una guerra di confine fra epitelio e connettivo«[1]. — In questo caso *Belone* e *Mugil* ci presenterebbero i primi stadî di questo processo; e forse in altre specie, in cui l' epitelio è fortemente inspessito, potremmo riscontrarne stadî successivi e maggiormente avanzati. Queste, del resto, sono supposizioni che dovrebbero venire suffragate dai fatti dell' ontogenia.

Comunque sia, si deve ammettere che l' epitelio interno della vescica natatoria, in quanto concorre alla formazione del corpo rosso, imprime a quest' organo una maggiore complicazione, la quale può avere relazione anche con una maggiore importanza della sua funzione fisiologica. Su questo criterio, io propongo una nuova classificazione dei corpi rossi: da una parte quelli nella cui costituzione l' epitelio comune della vescica piglia parte più o meno attiva, dall' altra i corpi rossi sui quali quell' epitelio passa senza modificarsi sensibilmente. Ci sono così dei corpi rossi epiteliali e dei corpi rossi non epiteliali. E non mancano caratteri per fare delle distinzioni secondarie. Nei corpi rossi epiteliali possono servire a ciò il maggiore o minore ispessimento dell' epitelio, la forma e la disposizione delle introflessioni o delle cripte, le dimensioni delle cellule, il differenziamento del plasma cellulare. Allora, nei Labroidi, nei Percoidi e nel *Dentex* è constatato il maggiore differenziamento; mentre gli Scomberesoci, i Mugilidi, i Gobiidi presentano condizioni primitive nello sviluppo del corpo epiteliale; i Triglidi, i Gadoidi, gli Scopelidi, i Plectognati, i Lofobranchi offrirebbero gradi intermedî.

Quanto ai corpi rossi non epiteliali si potrebbero conservare per essi le distinzioni che corrispondono al 1°, 2° e 4° tipo del Müller.

---

[1] F. Boll, Das Princip des Wachsthums. Eine anatomische Untersuchung. Berlin, Hirschwald. 82 pgg. 1 Tafel.

Digitized by Google

Spiegazione delle figure.

Tavola 14.

Fig. 1. Sezione sagittale del corpo rosso di *Serranus scriba*. 75 : 1.
- *r* rete mirabile arteriosa e venosa,
- *cp* corpo epiteliale,
- *e* sua continuazione con l' epitelio che riveste la cavità della vescica natatoria,
- *t*, t^1 connettivo mucoso nel quale decorrono le arterie e le vene; in t^1 esso si insinua fra la rete mirabile e il corpo epiteliale.

Fig. 2. Sezione sagittale, quasi assiale, del corpo rosso posteriore di *Julis vulgaris*. 26 : 1.
- *r*, r^1, r^2, r^3, ... reti mirabili arteriose e venose situate al di sotto del corpo epiteliale; le arterie e le vene che le costituiscono sono sezionate in vario senso a seconda della loro direzione,
- *a* luoghi in cui terminano le reti mirabili, e dove prende origine e finisce la vascolarità del corpo epiteliale,
- *cp*, *e*, *t* come nella figura precedente.

Fig. 3. Sezione sagittale del corpo rosso di *Labrus merula*. 75 : 1.
- *r* vasi delle reti mirabili, riuniti in fasci che hanno direzioni diverse,
- *cp*, *t* come sopra,
- *s* sostanza granulosa.

Fig. 4. Tratto di sezione che ha servito alla figura precedente, sotto maggiore ingrandimento. 190 : 1.
- *b* arborescenze vascolari nel corpo epiteliale,
- *s* sostanza granulosa.

Fig. 5. Altro tratto di sezione che ha servito alla fig. 3, in questa segnato con *, a maggiore ingrandimento. 190 : 1.
- *m* fessura offerta dall' epitelio inspessito.

Fig. 6. Sezione sagittale del corpo epiteliale di *Julis vulgaris*. 240 : 1.
- *v* vasi sanguigni, sezionati secondo direzioni diverse, con numerosi globuli sanguigni a nucleo fortemente colorato,
- *m* lacune perivascolari,
- *st* strie che traversano il plasma cellulare dalla periferia al nucleo.

Fig. 7. Sezione sagittale del corpo epiteliale di *Dentex vulgaris*. 190 : 1.
- *v* capillari che accumulati nelle parti profonde dell' epitelio, si dirigono tratto tratto alle parti superficiali di esso,
- I, II, III tre grossissime cellule profonde dell' epitelio,
- *n* nucleo.

Fig. 8. Sezione perpendicolare alla superficie del corpo rosso di *Gobius capito*, assai vicina alla sua parte centrale. 150 : 1.
- *r* ciuffi di vasi sanguigni sezionati per traverso; sono evidenti i nuclei del loro endotelio,
- *t* elementi cellulari,
- *e* epitelio cilindrico che riveste all' interno le pareti della vescica,
- *m* infossature dell' epitelio,
- m^1 sezione obliqua di un tubo chiuso formato dal ravvicinarsi delle parti superficiali di una infossatura,

Digitized by Google

o cellule epiteliali cilindriche sezionate, le quali formano la parete della porzione profonda del tubo m^1 in un taglio successivo a quello che ha servito alla figura.

Fig. 9. Sezione trasversale del corpo epiteliale di *Trigla gurnardus*. 270 : 1.
m infossature superficiali e cavità profonde formate dalle pieghe dell' epitelio,
v vasi sanguigni sezionati trasversalmente al loro decorso, involti da connettivo e rinchiusi fra le pieghe dell' epitelio.

Fig. 10. Sezione sagittale del corpo epiteliale di *Motella mediterranea*. 240 : 1.
m, m^1, m^2 cavità che s' approfondano più o meno nell' epitelio,
v vasi sanguigni con globuli rossi,
co tratto di comunicazione fra una infossatura superficiale e una cavità profonda,
e due cellule epiteliali che hanno assunto forma appiattita e rivestono quasi da sole il perimetro di una cavità.

Fig. 11. Sezione del corpo epiteliale di *Gasterosteus aculeatus*, fatta perpendicolarmente alla superficie della vescica. 270 : 1.
m cavità chiuse prodotte dalle pieghe dell' epitelio,
m^1 infossature superficiali che corrispondono alle cavità,
v vasi sanguigni,
t connettivo.

Fig. 12. Corpo rosso di *Scopelus Benoiti*. 12 : 1.
r reti mirabili arteriose e venose,
cp corpo epiteliale distinto in tre lobi,
ve contorno anteriore della vescica natatoria.

Fig. 13. Parte dorsale dello stesso. Anastomosi fra tronchi sanguigni che provengono da due lobi epiteliali. 42 : 1.

Fig. 14. Sezione sagittale del corpo epiteliale di *Gonostoma denudatum*. 320 : 1.
v vasi sanguigni,
m lacuna circolare.

Digitized by Google

Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres.

2. Mittheilung.

Von

Dr. Richard Semon

in Jena.

Mit Tafel 15.

Anatomisches.

(Fortsetzung.)

In Folgendem gedenke ich keine erschöpfende Darstellung der Anatomie unserer Thiere zu geben, sondern will nur solche Punkte erörtern, über die zum Theil noch unsere Vorstellungen nicht hinreichend geklärt sind, oder deren Kenntnis andererseits zum Verständnis später zu veröffentlichender entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen wünschenswerth erscheint.

Der Kalkring und die Tentakel.

Auf die Histogenese des Kalkringes wurde schon auf p. 294 der vorigen Mittheilung[1] hingewiesen. Aus dem dort Mitgetheilten geht hervor, dass wir uns nicht die einzelnen Glieder als »Conglomerate kleiner Kalkstückchen« vorzustellen haben, sondern als das allen Echinodermen eigenthümliche Netzwerk, dessen Löcher zunächst Sechseckform besitzen, später aber unregelmäßige Gestalt annehmen.

Bei den echten Synapten sind die radialen Kalkringstücke von Canälen durchbohrt, die den Radialnerven zum Durchtritt dienen. Bei den pedaten Holothurien haben rinnenförmige Ausschnitte in den

[1] Diese Zeitschrift VII. Band 2. Heft p. 272 ff.

Digitized by Google

Radialstücken des Kalkringes die gleiche Function. Sehr bemerkenswerth ist, dass bei der von mir gefundenen *Chirodota venusta* auch nicht einmal eine Andeutung dieses Verhältnisses sich nachweisen lässt. Radiale und interradiale Kalkringstücke sind einander vollkommen gleich. Die Radialnerven zeigen zu den radialen Gliedern keine andere Beziehung, als die topographische, dass sie im Bogen über sie hinwegtreten. Ich kann in dem Mangel innigerer Beziehungen zwischen Kalkring und Nervensystem nicht die Rückbildung einer nützlichen Schutzeinrichtung, sondern muss darin das ursprünglichere Verhältnis erblicken, das auf eine Zeit hinweist, in welcher das Nervensystem noch keine näheren Beziehungen zum Kalkring besaß. Vorgreifend will ich constatiren, dass dies mit den Thatsachen, welche ich entwicklungsgeschichtlich nachweisen konnte, aufs vollkommenste übereinstimmt. SEMPER (8 p. 161) sagt, der Kalkring sei »lediglich eine partielle Verkalkung der äußeren, den Schlundsinus begrenzenden Haut«. Das ist aber unrichtig. Die erste Bildung des Kalkringes findet nämlich folgendermaßen statt. In einer Zeit, wo die Wassergefäßanlage bei der *Auricularia*-Larve aus einem hufeisenförmig gebogenen Schlauch (Taf. 15 Fig. 3), der Anlage des Wassergefäßringes (*wr*) besteht, der fünf blindsackähnliche Ausstülpungen, die Anlage der fünf Primärtentakel (*th*) trägt, und wo die fünf Radialwassergefäße (*rw*) eben als secundäre Ausstülpungen zu Tage zu treten beginnen, nimmt man die erste Anlage des Kalkringes wahr. An der Convexität des hufeisenförmigen Wassergefäßringes, jedes Mal zwischen dem Abgange zweier Primärtentakel oder besser an dem gemeinsamen Fußstück je zweier Tentakel, treten nun die ersten Anlagen der Kalkringstücke als einfache Stäbchen auf. Entsprechend der Zahl der Tentakel sind es zunächst auch nur fünf. Sie liegen in der Larve dorsal den Tentakeln an, so dass sie bei der späteren Lageveränderung der letzteren auf deren Außenseite rücken. Um diese Zeit liegt die ganze Anlage noch frei im Mesenchym, ohne Beziehungen zu Nervensystem, Längsmuskeln, Schlund oder irgend einem anderen Organ als dem Rückenporus. Hieraus scheint mir ganz unzweideutig hervorzugehen, dass der Kalkring in Beziehung und näherer Abhängigkeit zunächst nur von der Wassergefäßanlage sich ausbildet und ferner, dass er vor Allem Beziehungen zu den Tentakeln erkennen lässt. Denn zur Zeit seiner Ausbildung sind, wie erwähnt, die Radialwassergefäße eben erst in der frühesten Anlage vorhanden und ferner erlangen dieselben — bei den Synaptiden wenigstens — niemals

Digitized by Google

irgend welche Beziehungen zum Kalkring. Dagegen werden die Verhältnisse zwischen Kalkring und Tentakelsystem auch in den späteren Entwicklungsstadien der Holothurien, ganz besonders der Synaptiden, sehr innig. Hauptsächlich drückt sich dies darin aus, dass sich die Kalkringglieder gleichmäßig mit der Zunahme der Tentakel vermehren. Als Basis, die den Tentakeln zum Ursprung dient, ist zunächst jedes Kalkringstück jedem anderen gleichwerthig und sind auch factisch radiale und interradiale einander ursprünglich vollkommen conform, wie *Chirodota venusta* beweist. Erst später, wenn gewisse Glieder in nähere Beziehungen zu Nerven und Muskeln treten, prägt sich ein Unterschied zwischen radialen und interradialen Stücken aus.

Vielleicht scheint es auf den ersten Blick der hier vorgetragenen Ansicht zu widersprechen, dass, wie oben ausgeführt, die Anlage der fünf ersten Kalkringstücke radial erfolgt, während die fünf Primärtentakel — wenn man der bisher üblichen, freilich anfechtbaren Namengebung folgt — interradial liegen. Doch ist der Widerspruch nur ein scheinbarer. Dient der Kalkring, wie ich annehme, zunächst nur zur Stütze der Tentakel, so werden seine Glieder sich nicht »interradial« entwickeln, wo sich der Tentakelhohlraum befindet, sondern »radial« an der Ansatzstelle des Tentakels. Erst später treffen je zwei Kalkringstücke, auf einander zuwachsend, in der Mitte des Tentakelhohlraums zusammen, wobei sie sein Lumen von außen her verengern.

Ich brauchte wohl kaum anzunehmen, dass ich mit der eben ausgeführten Anschauung auf Widerstand stoße, wenn ich nicht fürchten müsste, dadurch Bedenken hervorgerufen zu haben, dass ich in diesem Punkt bei den Synaptiden ursprünglichere Verhältnisse voraussetzte, als bei den pedaten Holothurien. Dies widerspricht der augenblicklich allgemein vertretenen Anschauung. Ohne in dieser Arbeit auf phylogenetische Fragen eingehen und untersuchen zu wollen, ob die Synaptiden durch Reduction aus pedaten Holothurien entstanden sind, oder nicht, ist für mich doch so viel sicher, dass sie jedenfalls aus einer der Stammgruppe sehr nahe stehenden Familie, sei es durch Degeneration oder auch ohne dieselbe, entstanden sind und in vielen Punkten ursprünglicher sind, als die jetzt lebenden pedaten Holothurien, ja selbst als die Elasipoden, die in mancher Hinsicht so alte Structureigenthümlichkeiten bewahrt haben.

Unter den Synaptiden zeigen ihrerseits wiederum die Chirodoten sehr ursprüngliche Verhältnisse. Ob nur bei *Chirodota venusta* oder auch bei anderen Chirodoten, vielleicht allen, radiale und interradiale

Digitized by Google

Kalkstückglieder völlig gleich sind, kann aus der Litteratur nicht entschieden werden, da präcise Angaben hierüber bei den Autoren fehlen. *Chirodota venusta* scheint überhaupt sehr einfache Organisationsverhältnisse zu besitzen. Darauf deutet die regellose Ausstreuung der Kalkkörper in der Cutis hin. Auch die Abwesenheit der sonst bei den Chirodoten so constanten Schlingenbildung des Darmes ist bemerkenswerth; doch möchte ich hierauf keinen besonderen Werth legen, da solche Dinge häufig direct mit der Körpergröße in Correlation stehen.

Bekanntlich bemüht man sich schon seit lange, für den Kalkring der Holothurien den homologen Skelettheil im Seeigelskelett aufzufinden. Nach Cuvier, Tiedemann, Meckel soll der Kalkring einem Schalenrudiment der Seeigel, nach J. Müller der sogenannten Laterne entsprechen. Gegen letztere Anschauung macht Baur (1 p. 18) mit Recht geltend, dass die Lageverhältnisse, die einerseits der Kalkring der Holothurien, andererseits die Laterne der Seeigel zum Schlunde, Wassergefäß- und Nervenring und den Radialnerven besitzen, ganz verschieden seien. Wenn er selbst aber die Aurikel nebst dem Theil der Schale, der ihnen zum Ansatz dient, als das Homologon des Kalkringes erklärt, weil durch diese Theile die Nerven in ähnlicher Weise hindurchtreten, wie bei den Synapten durch die radialen Kalkringglieder, so kann nach dem oben Ausgeführten dieser Beweis nicht als zwingend anerkannt werden. Erst wenn der Nachweis erbracht ist, dass ein Skelettheil der Echiniden zu den fünf Primärtentakeln (oder Füßchen), die bekanntlich auch bei letzteren angelegt werden, in der weiteren Entwicklung aber verschwinden, in demselben Verhältnis steht, wie der Kalkring zu den Tentakeln der Holothurien, erst dann wird man dazu berechtigt sein, von einer wirklichen Homologie zu sprechen.

Wie erwähnt, legen sich die fünf Primärglieder des Kalkringes in Form kleiner Kalkstäbchen an die Außenseite der Tentakel. Indem je zwei gegen das Lumen des Tentakels zu weiter wachsen, bis sie endlich in der Achse seines Hohlraumes zusammenstoßen, bewirken sie an dieser Stelle eine Verengerung des Lumens. Man pflegt den Theil des Tentakels, welcher von dieser Stelle bis zum Wassergefäßring reicht, als Tentakelcanal zu bezeichnen (Fig. 3 *tk*) und ihn von dem eigentlichen Tentakelhohlraum (*th*) zu unterscheiden.

Der Kalkring dient nicht allein zum Ursprung der Tentakel — was ich als seine primäre Function ansehe — sondern auch zur In-

Digitized by Google

sertion der von HAMANN (2 p. 33) beschriebenen Semilunarklappen, die von zwei in der Mitte des Tentakellumens zusammenstoßenden Kalkringstücken zur gegenüberliegenden d. h. also der nach innen zu liegenden Wand des Tentakels ziehen. Sowohl *S. digitata* und *inhaerens* wie *Chirodota venusta* besitzen diese Klappen. Bei letzterer konnte ich sie mehrfach während des Lebens in Thätigkeit beobachten.

Wie HAMANN richtig ausgeführt hat, hemmen die Klappen, wenn ihre Musculatur erschlafft ist, den Rückfluss der Flüssigkeit aus dem Tentakelhohlraum in den Tentakelcanal und den Wassergefäßring. Aus diesem Grunde gelingt es auch nicht, das Wassergefäßsystem von einem Tentakel aus zu injiciren. Umgekehrt setzen sie der Füllung der Tentakel vom Wassergefäßring kein Hindernis entgegen: soll dagegen die im Tentakel befindliche Flüssigkeit in den Wassergefäßring entleert werden, so wird die Klappe durch Contraction ihrer eigenen Musculatur geöffnet.

Damit ist noch nicht eine Erklärung des Zwecks der ganzen Einrichtung gegeben. Derselbe beruht in Folgendem. Der Tentakel besitzt nur einerlei Musculatur, und dies ist die Längsmusculatur, die sich in der Wandung des Wassergefäßhohlraums befindet, der sein Lumen bildet. Zunächst dient diese Musculatur nur zur Entleerung der Wassergefäßflüssigkeit und Einziehung des Tentakels. Ist aber durch die besprochenen Klappen eine Einrichtung gesetzt, welche die Entleerung des gefüllten Tentakels hindert, auch wenn seine Musculatur sich contrahirt, so ist dieser Musculatur damit die Möglichkeit zu anderen Leistungen freigegeben.

So erklärt sich die Fähigkeit des Tentakels, sich nach innen, außen und den Seiten zu biegen, sich in sich selbst zu knicken. Alle diese Bewegungen werden ausgeführt mittels isolirter Contractionen der Längsmuskelfasern an bestimmten Theilen der Wandung bei gleichzeitig geschlossener Klappe.

Im biologischen Theil (oben p. 283) habe ich gezeigt, wie die Circulation im Tentakel erfolgt, und wie Ab- und Zufluss in demselben Gefäßlumen derart stattfindet, dass der zuführende Strom durch Action der Wimpern der Wandung wandständig, der rückführende Strom dagegen central läuft. Offenbar haben die Klappen auf diese Circulation, die bei extendirtem Tentakel und geöffneter Klappe statt hat, keinen anderen Einfluss, als den, dass sie dieselbe gegebenen Falls unterbrechen.

Alles zusammenfassend, kann man sich folgende Vorstellung von

Digitized by Google

der Action eines Tentakels machen. Bei erschlaffter Längsmusculatur ist der Tentakel geradlinig extendirt, die Klappe — wohl hauptsächlich in Folge der Contraction ihrer Musculatur — geöffnet. Ab- und Zuströmen der Flüssigkeit findet ohne Hindernis statt. Retraction des Tentakels erfolgt direct aus diesem Zustand durch Contraction der gesammten Längsmusculatur. Soll dagegen der Tentakel in einer gewissen Richtung gebogen oder geknickt werden, so wird die Klappe geschlossen, und die zur Ausführung der jedesmaligen Bewegung nothwendigen Theile des Längsmuskels contrahiren sich. In letzterem Falle wird die Circulation zu Gunsten der Bewegung unterbrochen.

Das Centralnervensystem.

Das Nervensystem der Synaptiden ist zum ersten Male von HAMANN nach neueren Methoden untersucht worden. Doch bedürfen seine Angaben (2 p. 3 ff.), besonders was den Bau der sogenannten Radialnerven anlangt, noch in mehreren Punkten der Richtigstellung. Die Form des Radialnerven auf dem Querschnitt ist als eine bohnen- oder halbmondförmige zu bezeichnen; sie wechselt außerordentlich je nach dem Contractionszustand des Thieres (Taf. 15 Fig. 1 u. 2). Vergleicht man letztere Figuren mit den Abbildungen, die ich (7 Taf. 25 Fig. 1—3) von dem Centralnervensystem der pedaten Holothurien gegeben habe, so wird die große Übereinstimmung auffallen. Hier wie dort sehen wir die Peripherie des Nerven von Zellen eingenommen, welche Fortsätze ins Innere entsenden; hier wie dort stehen diese Zellen dichter an der nach außen gerichteten, der Cutis anliegenden Seite des Nervenbandes, und an dieser Seite treten die peripheren Zellen sowohl bei Synaptiden wie bei den pedaten Holothurien an zwei symmetrischen Stellen (Fig. 1 u. 2 *zs*) zu Anhäufungen zusammen. Diese Anhäufungen, die sich körperlich als »Zellsäulen« darstellen werden und die man auch auf Oberflächenbildern wahrnimmt, sind den bisherigen Beobachtern entgangen. Ich habe sie bei allen von mir untersuchten Holothurien, fußlosen und füßigen gefunden. Auf die Deutung dieses merkwürdigen Strukturverhältnisses komme ich unten p. 409 zu sprechen.

Wie erwähnt, senden die Randzellen feine Fortsätze nach innen, die bei den Synaptiden einen geraderen Verlauf besitzen, als bei den pedaten Holothurien, wo sie unregelmäßiger ausstrahlen und sich unter

Digitized by Google

einander zu verflechten scheinen. Ob letzteres wirklich der Fall ist, ist heut zu Tage noch strittig.

Das Innere des Nervenbandes wird dem zufolge eingenommen von den Fortsätzen der Randzellen, von den feinen Nervenfibrillen, welche der Achse des Nerven parallel laufen und auf Querschnitten quer getroffen, sich als feine Pünktchen darstellen (vgl. Fig. 8), endlich von bi- und multipolaren Zellen, die zerstreut und bei den Synaptiden in nur sehr spärlicher Anzahl im Inneren des Nerven liegen. Der ganze Nerv wird durch eine, den Querschnitt in seiner größten Länge durchsetzende Scheidewand in zwei sehr ungleiche Abschnitte (Fig. 1 u. 2 *schw*) getheilt. Letztere Scheidewand, die ich schon bei den Pedaten beschrieben habe, ist auch von HAMANN bei *Synapta* gesehen worden, hat ihm jedoch zu eigenthümlichen Deutungen Anlass gegeben. Er sieht nämlich die auf dem Querschnitt sich als Strang darstellende Scheidewand nicht als etwas wirklich Vorhandenes, sondern als eine optische Täuschung, ein Trugbild an, welches dadurch erzeugt wird, dass »die Fortsätze der Zellen des Deckepithels alle in einer Höhe enden«. Das ist aber sicher ein Irrthum. Auf guten Schnitten kann man sich leicht davon überzeugen, dass die Scheidewand wirklich vorhanden und zwar zelliger Natur ist. Auf Fig. 1 u. 2 sind die platten Zellen abgebildet, die sie zusammensetzen. Dieselben haben einen deutlich hervortretenden, ebenfalls platten Kern.

HAMANN hat sich sehr für die Behauptung engagirt, dass nur die im Inneren gelegenen Zellen als wirkliche Nerven- oder Ganglienzellen aufzufassen seien. Den Zellen an der Peripherie spricht er jede nervöse Function ab und lässt sie nur als Epithelstützzellen gelten. Ich habe die Frage noch einmal eingehend und ohne vorgefasste Meinung geprüft, muss aber durchaus meinen früheren Standpunkt festhalten, dass einerseits bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse eine definitive Entscheidung unmöglich ist, andererseits aber, soll ein vorläufiges Urtheil abgegeben werden, mehr für die nervöse Natur der Randzellen spricht, als gegen dieselbe. Es fällt mir nicht ein, zu bezweifeln, dass sie und ihre Fortsätze auch Stützfunction ausüben; jeder Gewebstheil des thierischen Körpers übt eine solche neben seiner specifischen Function aus.

Hier kommt es aber darauf an, andere Functionen auszuschließen. Dies könnte auf anatomischem oder physiologischem Wege bewiesen werden. Anatomisch wäre der Beweis meinem Erachten nach geführt, wenn man z. B. auf Macerationspräparaten demonstrirte, dass

Digitized by Google

die Innenzellen vermittels ihrer Ausläufer mit den Längsfibrillen der Nerven in Zusammenhang stünden, die Randzellen aber nicht. Ein solcher Beweis ist bisher nicht geliefert worden. Auch histologisch ist die Übereinstimmung der Rand- und Innenzellen eine vollkommene. Beide Zellarten reagiren gleich auf die üblichen mikrochemischen Reagentien, und die Erscheinung, dass sich die Randzellen häufig stärker färben als die Innenzellen, beruht auf einem Präparationsfehler. Lässt man den Farbstoff lange genug einwirken, um das dichte Gewebe der Nerven gehörig zu durchdringen, oder noch besser färbt man die einzelnen Schnitte, so sieht man, dass die Kerne von Rand- und Innenzellen sich gleich stark und in gleicher Farbennüance färben. Für irrelevant halte ich es, dass man an den Innenzellen gewöhnlich zwei oder mehr, an den Randzellen aber meist nur einen Fortsatz sieht. Das erklärt sich ganz einfach aus der dicht gedrängten Lage der letzteren und ist nicht einmal ganz constant. Denn — und darauf möchte ich das Hauptgewicht legen — auf jedem Präparat findet man eine ganze Reihe von Zellen, bei denen man unmöglich entscheiden kann, ob sie den Rand- oder den Innenzellen zuzurechnen sind. Ein Blick auf Fig. 1 u. 2 und Fig. 8 wird dies verständlich machen. Eine scharfe Grenze existirt eben nicht, und besonders da, wo die Zellsäulen liegen, findet eine allmähliche Zerstreuung der Randzellen nach innen zu statt (vgl. besonders Fig. 2).

Wenn ich die principielle Gegenüberstellung von Stütz- und Nervenzellen für eine willkürliche und künstliche halte, so bin ich andererseits weit davon entfernt, die Stützfunction sämmtlicher Zellen zu leugnen, und will dafür sogar einen sehr anschaulichen Beweis liefern.

Überlegt man, dass z. B. bei den Wirbelthieren das Centralnervensystem in einer festen Kapsel frei beweglich aufgehängt ist und dadurch nicht allein Schutz gegen Läsionen von außen, sondern auch eine gewisse Unabhängigkeit von den Bewegungszuständen erhält, in welchen sich der übrige Körper befindet, so kann zunächst auffallen, dass bei einer Thiergruppe, wie den Synaptiden, bei welchen Lage und Form aller Körpertheile nach dem jeweiligen Contractionszustande so ungemein stark wechselt, für das Centralnervensystem, wenigstens für einen Theil desselben, die Radialnerven, eine ähnliche Einrichtung nicht existirt. Der Nervenring ist allerdings durch seine Lage an der Innenseite des in sich wenig beweglichen Kalkringes solchen Einflüssen entzogen. Anders aber die Radial-

Digitized by Google

nerven. Und es ist sehr interessant, dass die Einrichtungen, die es den Radialnerven ermöglichen, sich den verschiedenen Contractionszuständen des Thieres anzupassen, in dem Nervenring fehlen.

Fig. 2 zeigt den Querschnitt durch einen Radialnerven einer *Synapta inhaerens* an einer Stelle, an welcher das Thier ziemlich extendirt war; Fig. 1 einen Querschnitt durch denselben Radialnerven etwa 1 cm weiter unterhalb, wo das Thier durch Contraction seiner Ringmusculatur seinen Leib ringförmig eingeschnürt hatte.

Wie man sieht, ist der Nerv veranlasst worden, den verschiedenen Contractionszuständen passiv zu folgen. Hierbei nimmt man wahr, dass an drei Stellen sich Einbuchtungen an der Peripherie des Nerven gebildet haben: entsprechend den beiden Zellsäulen (*zs*) und auf der entgegengesetzten (also nach Innen gerichteten) Seite, gerade in der Mitte. Man sieht ferner, dass jede der Zellsäulen ein Knotenpunkt für die Ausstrahlung der Querfasern ist, und wie diese sich in einer schwer zu beschreibenden und am besten aus den Abbildungen ersichtlichen Weise dem veränderten Contractionszustande accommodiren und es gestatten, dass ohne Läsion der Nerv die Form seines Querschnittes ändern kann. Aus dem Umstande, dass eine Anhäufung der Randzellen zu Zellsäulen in dem Nervenring, der functionell zweifelsohne höher steht, als die Radialnerven, fehlt, möchte ich schließen, dass wir diese Einrichtung als eine wesentlich mechanischen Zwecken dienende aufzufassen haben. Die bilaterale Symmetrie, die sich durch das Auftreten der Zellsäulen so deutlich im Radialnerven ausprägt, wäre somit wesentlich als Anpassung an mechanische Bedingungen und nicht als ein Erbstück bilateraler Ahnen aufzufassen. Was die Scheidewand anlangt, welche den Nerven in seiner größten Länge durchzieht, so wird für ihr Vorhandensein die gleiche Erklärung gelten, wie für die Zellsäulen. Dafür spricht besonders der Umstand, dass auch sie in dem Nervenring fehlt.

Die »Baur'schen Bläschen«.

J. Müller entdeckte bei der »*Auricularia* mit Kalkrädchen« bläschenförmige Organe, die paarweise an der Abgangsstelle je eines Radialnerven gelagert sind und als Inhalt »Doppelkörner« besitzen, welche sich in zitternder Bewegung befinden. Baur (1 p. 46) fand dieselben Bläschen auch bei den erwachsenen Thieren, vermisste aber bei letzteren den Inhalt. Endlich hat Hamann die Organe unter-

Digitized by Google

sucht und die Frage scheinbar zum Abschluss gebracht, indem er die Bläschen für Larvenorgane erklärt. Er sagt: »Baur hatte fünf ‚bläschenförmige Organe' aufgefunden, welche an der Außenfläche des Kalkringes gelegen sind. Sie sollten nach seiner Beschreibung mit den fünf Radialnervenstämmen zusammenhängen, und zwar kurz nach ihrem Austritt aus dem Gehirnring. Jedes der Bläschen ist nach Baur ringsum geschlossen, besteht aus einer structurlosen Membran und einem Epithel, welches die Höhle auskleidet. Der Stiel jedes Bläschens ist nicht ein Nervenast, ‚sondern nur ein Fortsatz der Bläschenhaut, der mit der membranösen Umhüllung des Nervenstammes zusammenhängt'. Sehr interessant sind die Angaben über diese Bläschen an jungen Thieren. Bei diesen hat Baur im Hohlraum der Organe ‚mehrere rundliche, ganz homogene, stark lichtbrechende Körperchen' gefunden, welche in zitternder Bewegung waren. Es sind jene Gebilde, welche von Joh. Müller schon beschrieben worden sind, und zwar als ‚Bläschen mit Doppelkörnern', wie auch Baur selbst angiebt. Die Entdeckung unserer Organe gebührt also Joh. Müller, lediglich die Deutung ist von Baur. Es dürften also mit weit größerem Rechte dieselben als Müller'sche Organe benannt werden. Was nun die Deutung derselben als Gehörbläschen anlangt, so hat dieselbe sehr viel für sich, das heißt, wir haben in denselben Sinnesorgane zu sehen, welche nur der Larve zukommen, am erwachsenen Thiere aber außer Function getreten sind.«

»Ich habe diese Organe bei den erwachsenen Synapten untersucht. Es sind Hohlkugeln, deren Wandung aus einer Epithelschicht besteht, die einen Durchmesser von 0,00652 mm besitzt. Der Durchmesser eines Bläschens beträgt ungefähr 0,143—0,213 mm. Die Epithelzellen sind von kubischer Gestalt und schließen einen runden Kern in der Mitte ein. Eine bindegewebige Membran umzieht das ganze Gebilde. Ein Nervenzug, der etwa zu demselben heranträte, ist nicht vorhanden, wie ich mit vollster Sicherheit behaupten kann. Die hohlen Bläschen liegen in der Cutis der Körperwandung, allseitig von der Bindesubstanz umgeben, mit keinem anderen Organ in Verbindung stehend. Sie sind allseitig geschlossen, und niemals trifft man einen Inhalt in denselben an. Sie machen somit den Eindruck von rückgebildeten Organen, welche nur im Jugendzustand in Function gewesen sind; es sind Larvenorgane.«

Dieser Darstellung und Auffassung der Organe kann ich mich in keiner Beziehung anschließen.

Digitized by Google

Es ist nämlich sehr leicht, sich davon zu überzeugen, dass die Bläschen sowohl bei jungen als bei ausgewachsenen Thieren einen Inhalt besitzen, man muss nur das Thier lebend untersuchen. Macht man bloß Schnitte durch conservirtes Material, so stellt sich oberflächlich betrachtet die Sache so dar, wie HAMANN sie schildert. Man findet in der Nähe jedes Radialnerven und zwar da, wo er eben über (*Chirodota venusta*) oder durch (*Synapta*) den Kalkring getreten ist, zwei Bläschen scheinbar ohne Zusammenhang mit anderen Organen in der Cutis liegen. Nach innen zu liegen sie fast unmittelbar dem Kalkring an und werden bloß durch eine dünne Bindegewebsschicht von ihm geschieden. Der Radialnerv besitzt hier noch keine Scheidewand, und so ist die oben beschriebene Anordnung der Randzellen in zwei Zellsäulen an dieser Stelle noch nicht zu beobachten, was ganz natürlich ist, da weder Längs- noch Ringmusculatur so hoch hinaufreicht, Zerrung und Compression des Nerven an dieser Stelle also ausgeschlossen ist. Die Wandung der Bläschen wird von einem einschichtigen, kubischen Epithel ausgekleidet. Ein Inhalt scheint nicht vorhanden zu sein. Legt man nun eine lebende *Chirodota* oder kleinere (aber ausgebildete) Exemplare von *Synapta* unter das Compressorium, so findet man leicht an den betreffenden Stellen die Bläschen wieder. Man sieht aber sofort, dass sie stets als Inhalt jene »rundlichen, ganz homogenen, stark lichtbrechenden Körperchen« enthalten, die BAUR bei den jungen Thieren sah, welche die Larvenentwicklung schon vollendet hatten. Ganz große Exemplare von *Synapta digitata* kann man schlecht unter das Compressorium bringen, auch sind sie dann noch zu undurchsichtig. Bei einiger Übung gelingt es jedoch hier immer leicht, ein derartiges Bläschen unter dem Präparirmikroskop herauszupräpariren. Immer findet man ein oder mehrere — manchmal sechs und mehr — jener runden Körperchen, nie die »Doppelkörner« JOH. MÜLLER's. Ich wundere mich darüber, dass BAUR die Doppelkörner ohne Weiteres seinen rundlichen Körperchen gleich setzt. Wie es sich hiermit verhält, werden wir gleich sehen. Es ist nun leicht zu erkennen, warum man an conservirtem Material und besonders auf Schnitten gewöhnlich nichts findet. Lässt man nämlich auf eins der frei präparirten Bläschen irgend ein Reagens (Säure, Sublimat, Alkohol) einwirken, so verschwinden regelmäßig die Inhaltskügelchen; jedes der Körperchen platzt wie eine Seifenblase. Untersucht man nun ein Kügelchen genauer bei stärkeren Vergrößerungen, so findet man, dass man es in der That nicht mit einem homogenen Körper, sondern mit einem

Digitized by Google

hohlen, mit Flüssigkeit erfüllten Bläschen zu thun hat (Fig. 5, 8 *ib*). Man sieht, dass die Wandung eines solchen Inhaltsbläschens nicht vollkommen homogen ist, sondern eine ganz geringe Körnelung zeigt. An einer Stelle ist die Wandung dicker, und dort kann man einen dunkleren Körper wahrnehmen (Taf. 15 Fig. 5 *k*), der von oben gesehen scheibenförmig, im Querschnitt sichelförmig erscheint.

Aus dem Gesagten wird klar geworden sein, warum so hinfällige Gebilde, wie diese Inhaltsbläschen es sind, nicht leicht auf Schnitten zur Anschauung kommen, und warum sie von Beobachtern, die sich auf Untersuchung der getödteten Thiere beschränkten, übersehen worden sind. Freilich bleiben ab und zu auf guten Schnitten durch sehr sorgfältig conservirtes Material die Inhaltsbläschen ganz oder in Theilen ihrer dünnen Wandung erhalten. Ich besitze eine Reihe solcher Schnittpräparate, die in so fern interessant sind, als sie die Bläschennatur der Inhaltskörper außer Frage stellen und ferner zeigen, dass der dunklere Körper an der Stelle der Bläschenwandung nichts Anderes ist, als ein platter, scheibenförmiger Kern (Taf. 15 Fig. 8).

Legen nun schon die eben angeführten Beobachtungen die Vermuthung nahe, dass jedes Inhaltsbläschen eine Zelle ist, deren Inneres von einer riesigen Vacuole eingenommen wird, während der Zellleib die Wandung der Vacuole bildet und an einer Stelle den plattgedrückten, der Form des ganzen Gebildes accommodirten Kern führt, so wird diese Vermuthung durch die Entwicklungsgeschichte zur Sicherheit erhoben. Untersucht man nämlich die *Synapta*-Larve gegen Ende ihres sogenannten Puppenstadiums (»tonnenförmiges Stadium«), so findet man leicht J. Müller's »Bläschen mit Doppelkörnern« wieder (Fig. 6). Genauere Untersuchung aber lehrt, dass jedes vermeintliche Doppelkorn nichts ist, als eine kernhaltige Zelle, deren eine Hälfte durch eine Vacuole vorgebuchtet wird. So entsteht in leicht erklärlicher Weise das Bild des Doppelkorns (Fig. 7). Wir haben also hier ein Stadium vor uns, wo die Vacuole erst im Entstehen begriffen ist, und Zellleib und Kern noch nicht ihre wandständige Lage angenommen haben.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung einer jener 10 Blasen selbst, die in ihrem Inneren die eben beschriebenen merkwürdigen Hohlkugeln einschließen, so hat Hamann richtig beschrieben, dass die Wandung aus einem einschichtigen kubischen Epithel besteht, dessen Zellen rundliche Kerne führen. Ich gab vorhin an, dass bei der Larve die »Doppelkörner« und beim ausgebildeten Thiere die Inhaltskugeln sich in zitternder Bewegung befinden. Diese Bewegung

Digitized by Google

gleicht vollkommen derjenigen, die man am Inhalt der Otocysten anderer Thiergruppen beobachten kann, und ist ohne Zweifel auf Bewegung von Flimmerhaaren des eben beschriebenen Epithels zurückzuführen. Wahrscheinlich erzeugen die Wimpern nur Bewegungen im flüssigen Inhalt der Blase, ohne die Inhaltskügelchen selbst zu berühren. Ich muss aber betonen, dass es mir nie gelungen ist, die Wimpern selbst zu sehen, weder bei häufig wiederholten Beobachtungen mit starken Vergrößerungen am lebenden Object, noch auch auf Schnitten. In letzterem Fall will natürlich ein negatives Resultat nichts sagen; aber auch bei der Beobachtung am lebenden Thiere ist der Umstand sehr störend, dass, selbst wenn man die Blase frei aus dem Gewebe herauspräparirt hat, erst durch das Epithel hindurchgesehen werden muss, ehe man die Wimpern zu Gesicht bekommen könnte.

Aus diesem Grunde, und weil die Art der Bewegung, welche die Inhaltskugeln ausführen, höchst charakteristisch ist, lege ich auf das negative Resultat der directen Beobachtung nur sehr untergeordneten Werth und nehme vorläufig an, dass die Bewegung durch Wimpern, obschon wahrscheinlich durch äußerst feine und kurze, hervorgebracht wird.

Eine eigentliche bindegewebige Membran, die das ganze Gebilde umziehen soll, ist nicht vorhanden. Die Organe liegen vielmehr im Bindegewebe der Cutis, welches den Verlauf seiner Fasern einigermaßen der Form des Organs accommodirt, das in sein Gewebe eingebettet ist.

Hamann ist im Irrthum, wenn er mit »vollster Sicherheit« behaupten zu können glaubt, ein Nervenzug, der zu den Bläschen herantrete, sei nicht vorhanden.

Es ist immer eine missliche Sache, derartige negative Angaben mit vollster Sicherheit zu machen, besonders wenn es sich um Nerven handelt. Im vorliegenden Falle ist es nicht einmal besonders schwierig, den Zutritt eines Nervenastes aus dem Radialnerven zu einem oder dem anderen Bläschen zu beobachten (Fig. 8 *bn*). Es kommt nur darauf an, den betreffenden Nervenast auf dem Längsschnitt und nicht auf Quer- oder Schiefschnitten zu treffen. Dies lässt sich nicht immer durch bewusste Regulirung der Schnittrichtung erreichen, sondern ist in gewissen Grenzen stets dem Zufall überlassen. Es kommt daher darauf an, eine größere Anzahl von Bläschen zu untersuchen. Wenn man das Kopfende einer *Synapta* oder *Chirodota* in Längsschnitte zerlegt, so wird man unter den 10 Bläs-

Digitized by Google

chen wohl fast immer eines treffen, zu welchem man aus dem benachbarten Radialnerven einen Nervenast treten sieht, wie dies in möglichst naturgetreuer Weise in Fig. 8 dargestellt ist. Wo der Nerv an das Epithel herantritt, ist dieses etwas nach innen vorgewölbt und die Epithelzellen scheinen mir dort größer zu sein und auch eine etwas andere Form zu besitzen, als an anderen Punkten. Jedenfalls sind diese Unterschiede aber sehr gering, und so wage ich darauf noch keine Vermuthung zu gründen, die jenen Zellen vielleicht eine besondere Function im Zellverbande des Epithels zuschriebe.

Ich glaube ziemlich sicher nachgewiesen zu haben, dass es sich bei den BAUR'schen Bläschen keineswegs um »Larvenorgane« handelt, die »am erwachsenen Thiere außer Function getreten sind«, vielmehr um Organe, die erst beim erwachsenen Thiere ihre vollste Ausbildung erlangen. Hierfür spricht beiläufig erwähnt noch der Umstand, dass sie mit der Größenzunahme des Individuums auch ihrerseits stetig an Größe zunehmen. Mit was für Organen haben wir es aber zu thun?

Es ist unzweifelhaft, dass die Organe mit den sogenannten Hörbläschen oder Otocysten, die in den meisten Thiergruppen vorkommen und physiologisch als Hörorgane angesprochen werden, morphologisch auf dieselbe Stufe zu stellen sind. Solche Organe finden sich unter den Coelenteraten bei Medusen und Ctenophoren, in der großen Wurmklasse bei Turbellarien, Nemertinen, Anneliden, ferner bei den Crustaceen und Mollusken und sie bilden endlich bei den Vertebraten den Ausgangspunkt eines complicirteren Hörapparates. Nur bei den Insekten finden sich Hörorgane, die morphologisch in eine andere Linie zu stellen sind.

Man kann jene Organe definiren als Säckchen oder Bläschen — wohl immer auf eine Ectodermeinstülpung zurückzuführen —, mit deren Wandung Nerven in Verbindung treten und in deren flüssigem Inhalt sich mehr oder weniger frei bewegliche Körper befinden. Hierbei erscheint es zunächst morphologisch unwesentlich, ob die Inhaltskörper, die häufig je aus einer Zelle hervorgehen, krystallinische Einlagerungen enthalten oder nicht. Physiologisch kann dies ja von größter Bedeutung sein, und ich zweifle nicht daran, dass functionell sich die Bläschen der Synapten von den Otocysten sämmtlicher anderer Thiere in einer gewissen Richtung unterscheiden werden. Dafür spricht auch der Umstand, dass bei ihnen die Wimpern des Bläschenepithels die Inhaltskugeln nicht erreichen, was sonst die Regel zu sein scheint. Wie beschaffen aber qualitativ und quantitativ die functionelle Differenz zwischen den Bläschen der Synapten

Digitized by Google

und den Otocysten der anderen Thierklassen sei, darüber lässt sich zur Zeit auch nicht einmal eine Vermuthung aussprechen. Variirt ja der Bau der Otocysten oft in derselben Thierklasse bedeutend.

Im biologischen Theil (oben p. 286) habe ich angegeben, dass es mir nicht gelungen ist, experimentell bei den Synapten eine Reaction auf acustische Reize irgend welcher Art nachzuweisen.

Dies entfernt unsere Organe nicht aus der Reihe der Otocysten anderer Evertebraten. Von Medusen, Ctenophoren, niederen Würmern, Crustaceen etc. wissen wir eben so wenig, ob ihre Otocysten zu Wahrnehmung derjenigen Schwingungen dienen, die wir als Töne wahrnehmen.

Es genügt, zu constatiren, dass sämmtliche Synaptiden, und zwar auch die erwachsenen Thiere, Sinnesorgane besitzen, die morphologisch den bei anderen Thierklassen vorkommenden Otocysten anzureihen sind. Die Organe der Synaptiden sind dadurch ausgezeichnet, dass ihre Inhaltskörperchen nicht aus krystallinischen Concretionen, sondern aus hohlen Bläschen bestehen, die je einer Zelle mit großer Vacuole und wandständigem Protoplasma entsprechen.

Unsere Kenntnisse von den Functionen der Otocysten sind in allen Thierklassen mehr oder weniger unbestimmt und lückenhaft.

Die Wimpertrichter der Leibeshöhle.

Diese merkwürdigen Organe wurden von Joh. Müller bei *Synapta digitata* im Jahre 1852 entdeckt und von ihm (4 und 5 p. 3, Taf. 1 Fig. 13—17) mit derjenigen Schärfe und Genauigkeit beobachtet, abgebildet und beschrieben, die uns bei Nachuntersuchung jeder seiner Beobachtungen stets von Neuem mit Bewunderung erfüllt. Seitdem hat die Erkenntnis jener Gebilde kaum irgend welche Fortschritte gemacht. Leydig's (3 p. 512 ff.) Untersuchungen führten lediglich zu einer Bestätigung der Müller'schen Angaben. Leydig behauptete, dass die Organe mit Gefäßen des Mesenteriums zusammenhingen. J. Müller bestritt dies, und ihm schloss sich später Semper (8 p. 34 ff.) an, der im Übrigen in der Erkenntnis der Gebilde auch nicht weiter kam, als seine Vorgänger. Die Unmöglichkeit des Nachweises von Verbindungen der Wimpertrichter mit Gefäßen oder Canälen irgend welcher Art führte ihn dazu, eine excretorische Function der Organe ganz auszuschließen und anzunehmen, dass sie Organe seien, »die vielleicht zur Erregung einer ganz bestimmten Stromesrichtung des Leibesinhaltes dienen mögen«.

Digitized by Google

Erwähnt sei, dass M. Sars (6) bei *Chirodota pellucida* einen Zusammenhang der Wimperorgane mit zwei an der Leibeswand verlaufenden Canälen angiebt. Diese Mittheilung geschieht aber so beiläufig und ohne alle genaueren Angaben, dass ich mich selbst auf die Autorität von M. Sars hin nicht entschließen kann, sie als unumstößliche Thatsache hinzunehmen, bis sie mit Rücksicht auf ihre principielle Wichtigkeit noch einmal nachgeprüft ist.

In den letzten 20 Jahren ist viel über die Organe geschrieben, aber keine einzige neue Untersuchung über sie publicirt worden. So erstaunlich dies ist bei dem Interesse, mit dem sie von allen vergleichenden Morphologen betrachtet wurden, so hat es doch seinen guten Grund. Davon konnte ich mich bald überzeugen, als ich eine Bearbeitung der Organe in Angriff nahm. Untersuchte ich die Organe in frischem Zustand, so kam ich nicht über das hinaus, was durch J. Müller schon bekannt ist. Den neueren Färbe- und Schneidemethoden stellen sich aber besondere Schwierigkeiten in den Weg, weil eine histologisch gute Conservirung der Trichter häufig selbst dann fehlschlägt, wenn alle übrigen Theile des Thieres mit Einschluss von Nervensystem und Sinnesorganen in tadelloser Weise conservirt sind. Doch gelingt ab und zu ein Präparat, und durch Combination der Untersuchung am lebenden Thiere, an Total- und Schnittpräparaten glückte es mir endlich, den histologischen Bau — wie ich hoffe mit annähernder Sicherheit — zu analysiren. Keine Erfolge hatte ich mit Carminfütterung der Synapten, die für Excretionsorgane der Würmer häufig so gute Resultate liefert.

Bekanntlich befinden sich die Wimpertrichter sporadisch auf den Mesenterien und in dichteren Zügen auf dem Peritonealüberzug der Leibeswand in verschiedenen Intermuscularräumen. Sehr constant und durch besonders dicht gedrängte Lage ausgezeichnet sind zwei Züge rechts und links von der Insertion des dorsalen Mesenteriums (also im dorsalen unpaaren Interradius).

Bei den Synapten sitzt meist jeder Trichter für sich auf einem besonderen Stiel; zuweilen trägt ein gemeinsamer Stiel zwei Organe. Bei den Chirodoten sitzen gewöhnlich viele Trichter in Büscheln gemeinsamen Stielen auf. Sie bilden die sogenannten Wimpertrichterbäumchen. Die Wimpertrichter selbst zeigen aber in Form und Structur bei beiden Gattungen die größte Übereinstimmung.

Die Form und Größe der Trichter desselben Individuums ist einigermaßen variabel. Bei *Synapta digitata* finde ich zwei Typen entwickelt. Erstens die gewöhnlichen pantoffel- oder füllhornähn-

Digitized by Google

lichen Wimpertrichter, die J. Müller, Leydig und Semper als Beobachtungsobjekt gedient haben. Von diesem Typus hat Müller (5 Taf. 1 Fig. 13—17) die vortrefflichsten Abbildungen und Beschreibungen geliefert. Mit seinen Profilansichten kann ich mich ganz einverstanden erklären. Solche en face-Ansichten, wie er sie (Fig. 15—17) abbildet, bekomme ich zuweilen auch, aber besonders dann, wenn der Trichter etwas durch das Deckglas gedrückt worden ist. Die Form des sogenannten Rahmens der Platte ist jedoch in Wahrheit mehr viereckig als rund und besitzt auch noch zwei seitliche Einkerbungen (vgl. meine Fig. 11 *s*), die ein seitliches Einströmen von Material in den Trichter ermöglichen. Das ist nicht weiter wesentlich. Außer den Wimperpantoffeln finden sich in geringerer Anzahl andere, weit größere Wimperorgane, die man mit eingerollten Blättern vergleichen kann. In Taf. 15 Fig. 9 u. 10 ist das Größenverhältnis eines Wimperpantoffels zu einem Wimperblatt dargestellt. Irgend welche Unterschiede in der Structur ließen sich zwischen beiderlei Organen nicht auffinden. Ich werde die letztere Modification bei der weiteren Darstellung weniger berücksichtigen und mich im Wesentlichen auf die Beschreibung der weniger complicirten Wimperpantoffeln beschränken.

Die histologische Zusammensetzung der Organe ist einfacher, als man vielleicht auf den ersten Blick anzunehmen geneigt ist. Wir unterscheiden das Wimperorgan selbst und die Peritonealhülle, die seine Außenfläche überkleidet und continuirlich in den Stiel übergeht, welcher das Gebilde trägt.

Das eigentliche Wimperorgan ist sehr einfach gebaut. Wir sehen (Fig. 11 u. 12) eine eigenthümlich gebogene und geschweifte Platte, die an ihrem Saum von einem vorspringenden Leisten eingerahmt wird. Dieser Leisten oder Rahmen präsentirt sich auf den verschiedenen Totalansichten und optischen Schnitten häufig als etwas Besonderes, Selbständiges. Er besteht aber aus demselben Gewebe wie die Platte und ist in der That nichts Anderes, als der etwas übergebogene Rand derselben. Beide bestehen aus langen, ziemlich dünnen Cylinderzellen (Fig. 14, 15 *we*). Die langgezogenen Kerne der Zellen sind verhältnismäßig sehr groß. Jede Zelle scheint eine sehr lange Wimper zu führen; doch bin ich über die Zahl der Wimpern, die jede Zelle trägt, nicht zu vollkommener Sicherheit gekommen. Die Längsachse sämmtlicher Zellen ist gegen das Centrum des Trichters gerichtet. So kommt es, dass man auf optischen Längsschnitten einen Theil der Zellen als Rechtecke, andere als Ellipsen, wieder

Digitized by Google

andere als Kreise sieht (Fig. 15 *we*), und dass dies Verhältnis mit der Einstellung wechselt. Joh. Müller (5 p. 4) sagt hierüber: »Das Ansehen der Sohle ist übrigens sehr verschieden nach der Einstellung des Focus, bald feinkörnig oder punktirt, bald ziehen sich die Punkte in Linien aus. Diese schwer verständlichen Verschiedenheiten vermag ich dermalen noch nicht aufzuklären, sie sind an drei verschiedenen Wimperorganen Taf. 1 Fig. 15—17 wiedergegeben.« Diese optischen Eigenthümlichkeiten finden in der oben beschriebenen Anordnung und Stellung der Cylinderzellen ihre Erklärung.

Andere Elemente vermag ich in der Platte (inclusive Rahmen) nicht aufzufinden. Natürlich wechselt auch auf wirklichen, nicht bloß optischen Schnitten das Aussehen der Zellen ungemein je nach der Schnittrichtung, in der man sie trifft. Es scheint sich aber immer nur um dieselbe Art von langgezogenen, wimpertragenden Cylinderzellen zu handeln (Fig. 15 *we*).

Aus Fig. 11 kann man ersehen, dass das Organ kein wirklicher Trichter ist, der in eine geschlossene Röhre ausläuft, sondern dass das trichterförmige Anfangsstück in eine eingebogene, nach einer Seite hin offene Rinne (*r*) führt. Diese Rinne öffnet sich in den Sack der Peritonealhaut, welche die Außenseite des Organs überkleidet und an dieser Stelle continuirlich in den Stiel übergeht. Der Peritonealüberzug des Trichters und der Stiel bestehen aus platten spindelförmigen Zellen, die einen länglichen Kern besitzen. Das Plasma der Zellen ist vollkommen hell, ohne alle Körnelung und Granulirung. Die Muskelfasern des Peritoneums setzen sich nicht in den Stiel hinein fort. Auch vermochte ich keine Nervenfasern nachzuweisen, die dort verliefen. Letztere können sich natürlich jedoch in Folge großer Feinheit der Beobachtung entziehen.

An Totalpräparaten kann man mit großer Deutlichkeit sehen, dass der Stiel nicht hohl ist und keinen Canal umschließt (Fig. 15). Schnitte bestätigen dies vollkommen. Auf Schnitten beobachtet man aber folgendes merkwürdige Vorkommnis.

Schon J. Müller und Leydig hatten im Inneren der Trichter häufig Körnchenballen gesehen, und letzterer Beobachter hatte in ihnen Zellen mit Kernen erkannt. Semper bemerkt richtig, dass sie wohl zu den Zellen gehören, die sich im Inhalte der Leibeshöhle der Synapten frei herumbewegen, und dass dieselben wohl durch die Wimpern in die Trichter hineingetrieben seien. Dass dem so sei, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man die Leibeshöhle öffnet und die Trichter lebend beobachtet. Man sieht dann, wie die Wimpern

Digitized by Google

alle festen Bestandtheile, die in dem sie umgebenden Medium schwimmen, an sich heranstrudeln und in die Trichter hinabziehen. Es wäre aber immer noch möglich, diese Thätigkeit der Trichter für eine abnorme, durch den gewaltsamen Eingriff, das Absterben der Gewebe etc. veranlasste, anzusehen. Allerdings genügt ein Blick auf die Trichter, um zu erkennen, dass sie ihrem ganzen Bau nach geschickt und daraufhin angelegt sind, von allen Seiten her Material in ihr Inneres einströmen zu lassen. Zur »Erregung einer ganz bestimmten Stromesrichtung in der Leibeshöhle« scheinen sie in eben so exquisitem Maße ungeeignet, ganz abgesehen davon, dass man sich leicht durch directe Beobachtung davon überzeugen kann, dass die Action der Längs- und Ringmusculatur des Thieres einen so überwältigenden Einfluss auf die Strömung des Inhalts der Leibeshöhle ausübt, dass dagegen die Thätigkeit dieser Organe, deren Bau offenbar auf die Hervorbringung einer ganz anderen Wirkung berechnet ist, vollständig zurücktreten müsste.

Ich finde nun, dass der Stiel zwar niemals ein wirkliches Lumen besitzt, dass aber häufig große Mengen von Zellen, die vollkommen den Zellen gleichen, die sich im flüssigen Inhalt der Leibeshöhle vorfinden, in die Spalträume des Stiels eingelagert sind. In Fig. 14 sieht man dies Verhältnis auf dem Längsschnitt, in Fig. 13 auf dem Querschnitt. Die Zellen selbst sind — das wird sofort klar — identisch mit denjenigen, die SEMPER »Schleimzellen«, HAMANN treffender Plasmawanderzellen nennt. Sie finden sich fast überall im Bindegewebe, in dessen Spalträumen sie amöboid umherwandern. HAMANN hat selbst schon darauf hingewiesen, dass sie in nahen Beziehungen zu den Zellen stehen, die sich in der Blutflüssigkeit der Synapten vorfinden. Von den sogenannten Blutzellen unterscheiden sie sich nur dadurch, dass ihr Protoplasma sehr deutlich granulirt ist, während das Plasma der Blutzellen klar und ungekörnelt ist. Da sich aber beide Zellarten vermischt im Blut und den Geweben finden, und von der einen Art zur anderen alle Übergänge vorkommen, so dass es auch HAMANN »oft nicht gelungen ist, zu entscheiden, ob man es mit einer Plasmazelle oder einer Blutzelle zu thun habe«, so ist eine scharfe Trennung überhaupt nicht durchführbar. Es genügt darauf hinzuweisen, dass die Zellen, wenn man sie als lymphoide Zellen im Gewebe findet, stets die allerdings recht auffällige Körnelung des Zellplasmas zeigen.

Es liegt nun der Gedanke sehr nahe, dass die Wimpertrichter dazu bestimmt sind, die lymphoiden Zellen, die frei in der Leibes-

Digitized by Google

höhle herumschwimmen, aufzunehmen und in die Gewebe zu nöthigen. In der Öffnung des Trichters trifft man, wie erwähnt, sehr häufig Massen zusammengeballter Zellen. Nicht alle von diesen Zellen sind unsere lymphoiden Zellen. Man findet abgestoßene Epithelzellen der Leibeshöhle, Zellen in verschiedenen Stadien des Unterganges und häufig auch Lymphzellen, die ein oder mehrere dieser Zellen in ihr Inneres aufgenommen, so zu sagen verspeist haben. Diese Thätigkeit unserer Zellen als »Phagocyten« stimmt mit dem überein, was man an den lymphoiden Zellen anderer Thierklassen schon seit lange beobachtet hat.

Die Einführung der Zellen durch den Stiel des Wimpertrichters in das Gewebe muss offenbar activ durch die amöboide Bewegung der Zellen erfolgen. Denn abgesehen davon, dass man im Stiel kein wirkliches Lumen wahrnehmen kann — hier könnten Beobachtungsfehler mit unterlaufen —: ein wirkliches Gefäß kann der Stiel schon desshalb nicht vorstellen, weil vollkommen die treibende Kraft fehlen würde, welche Zellen oder flüssiges Material durch den langen Stiel durchtreiben könnte. Eine Bewegung durch Wimpern im Inneren des Stiels ist natürlich ganz ausgeschlossen, Muskeln fehlen ihm ebenfalls und die Wimperbewegung des Trichters selbst kann unmöglich als vis a tergo wirken. Aus diesen Gründen scheint mir schon von vorn herein die Auffassung des Wimpertrichters als wirkliches Excretionsorgan widerlegt.

Wo der Stiel am Peritoneum festsitzt, da geht sein Gewebe continuirlich in das Peritonealepithel über (Fig. 14). An dieser Stelle sieht man zuweilen lymphoide Zellen liegen, zuweilen auch tiefer im Gewebe zwischen den Fasern der Ringmusculatur und in der Cutis. Überhaupt ist das Vorkommen der lymphoiden Zellen weder in den Trichtern noch in den Stielen ganz constant. Ab und zu trifft man sie auch leer an. Diese Erscheinung ist aber nicht häufig und beweist natürlich nichts. Denn eine große Anzahl von Organen im Thierkörper functionirt nicht unablässig. Ich erinnere daran, dass die Füllung der verschiedenen Abschnitte des lymphatischen Systems, z. B. bei Wirbelthieren, eine äußerst wechselnde ist.

Größer sind Bedenken anderer Art, die sich gegen die Schlüsse erheben lassen, die aus den eben mitgetheilten Beobachtungen zu ziehen sind.

Wir hätten uns doch danach die Wimpertrichter als Organe vorzustellen, die dazu bestimmt sind, die lymphoiden Zellen der Leibeshöhle aufzunehmen und eine Anfangsstation für ihre Wanderungen in

Digitized by Google

die Gewebe zu bilden. Es wären große und complicirt gebaute Lymphstomata der Leibeshöhle. Die Vermuthung liegt nahe, dass diese Zellen aus den Gefäßen des Darmes in die Leibeshöhle eingewandert sind. Ein directer Zusammenhang zwischen dem Darmgefäßsystem und dem übrigen Körper (man wird zunächst an das ebenfalls lymphoide Zellen führende Wassergefäßsystem denken) lässt sich nicht nachweisen. Vielleicht wird er durch die Wanderungen der Lymphzellen durch die Gewebe hergestellt.

Dies aber wäre eine ganz ungewöhnliche Art des Kreislaufs der Ernährungsflüssigkeit, die sich kaum mit irgend etwas bisher Bekanntem vergleichen ließe. Zwar — das wiederhole ich — ist es möglich, dass wir es hier, auch was die Function der Wimpertrichter anlangt, mit ganz primitiven Einrichtungen zu thun haben, mit primitiveren vielleicht, als sie die in den Dienst der Excretions- und Genitalorgane getretenen Wimpertrichter anderer Thierklassen zeigen. Ich lehne es aber ausdrücklich ab, auf die hier mitgetheilten isolirten und nicht einmal unzweideutigen Thatsachen hin Schlüsse irgend welcher allgemeineren Art zu bauen.

Litteraturnachweis.

1. A. Baur, Beiträge zur Anatomie der *Synapta digitata*. Nova Acta Acad. Leop. Carol. Bd. 31. Dresden 1864.
2. O. Hamann, Beiträge zur Histologie der Echinodermen. Heft 1. Die Holothurien. Jena 1884.
3. F. Leydig, Anatomische Notizen über *Synapta digitata*. in: Arch. Anat. Phys. 1852.
4. Joh. Müller, Über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. ibid. 1852.
5. —— Über *Synapta digitata* und über die Erzeugung von Schnecken in Holothurien. Berlin 1852.
6. M. Sars, Oversigt af Norges Echinodermer. Christiania 1861.
7. R. Semon, Das Nervensystem der Holothurien. in: Jena. Zeit. Naturw. Bd. 16. 1883.
8. C. Semper, Reisen im Archipel der Philippinen. 2. Theil. 1. Bd. Holothurien.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 15.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Radialnerven von *Synapta inhaerens* in einem Körperabschnitt, der in Folge von Contraction der Ringmusculatur eingeschnürt ist. *rz* Randzellen. *iz* Innenzellen. *zs* Zellsäulen. *schw* Scheidewand. Vergr. 230.

Digitized by Google

Fig. 2. Querschnitt durch denselben Nerven 1 cm weiter oberhalb, wo die Musculatur erschlafft, und die Körperwand ausgedehnt ist. Buchstaben wie in Fig. 1. Vergr. 230.

Fig. 3. Wassergefäß- und Kalkringanlage einer *Auricularia* mit Kalkrädchen zur Zeit, wo dieselbe frei im Mesenchym liegt und noch keine Beziehung zu Schlund, Nervensystem und Musculatur besitzt. *wr* Anlage des Wassergefäßringes *th* Tentakelhohlraum. *tk* Tentakelcanal. *kst* Kalkstück (Anlage des Kalkringes). *rw* Anlage eines Radialwassergefäßes. *stk* Steincanal, der zu dieser Zeit noch durch den Rückenporus nach außen mündet. Vergr. 130.

Fig. 4. Otocyst, wie er sich am lebenden Thier (*Synapta* oder *Chirodota*) darstellt. Man sieht im Inneren der Blase 5 rundliche Inhaltskörper. Vergr. 230.

Fig. 5. Ein Inhaltskörper des Otocysten von *Synapta inhaerens*. *p* wandständiges Protoplasma. *k* Kern. *v* Innenflüssigkeit, die nach Art einer großen Vacuole das Ganze erfüllt. Vergr. 1000.

Fig. 6. Otocyst einer *Synapta*-Larve im sog. Puppenstadium; als Inhalt finden sich die MÜLLER'schen »Doppelkörner«.

Fig. 7. Doppelkorn. *p* Protoplasma. *k* Kern. *v* Vacuole. Vergr. 1300.

Fig. 8. Schnitt durch einen Otocysten von *Synapta inhaerens*. Darunter der schief getroffene Radialnerv. *rz* Randzellen, *iz* Innenzellen des Radialnerven (der hier noch keine Zellsäulen und Scheidewand besitzt). *bn* Bläschennerv. *e* Epithel des Otocysten. *ib* Inhaltsbläschen (vgl. Fig. 5). Vergr. 1000.

Fig. 9. Blattförmiges Wimperorgan von *Synapta digitata*. Vergr. 100.

Fig. 10. Pantoffelförmiger Wimpertrichter von *Synapta digitata* bei derselben Vergrößerung.

Fig. 11. Ein Trichter, wie in Fig. 10 bei 230facher Vergrößerung. *s* seitliche Einkerbung. *r* rinnenförmiger Ausguss des Trichters.

Fig. 12. Profilansicht desselben Trichters.

Fig. 13. Querschnitt durch einen Trichterstiel von *Synapta inhaerens*. *pz* Stielzellen, welche die gleiche Beschaffenheit besitzen, wie das Peritonealepithel und continuirlich in dasselbe übergehen (vgl. Fig. 14). *l* lymphoide Zelle, die sich zwischen sie eingedrängt hat. Vergr. 1000.

Fig. 14. Längsschnitt durch Trichterstiel und Endtheil des Trichters selbst. *we* Wimperepithel des Ausgussstückes des Trichters. *pz* Zellen des Stiels. *l* lymphoide Zellen. *pe* Peritonealepithel. *rm* Ringmusculatur. Vergr. 540.

Fig. 15. Halbirender Ausschnitt eines Trichterendes nebst Stiel von *Synapta digitata*. *we* Wimperepithel des Trichters. Man erkennt, warum bei verschiedener Einstellung die Substanz des Trichters sich bald körnig, bald gestrichelt darstellt. *ph* Peritonealhülle des Trichters, die continuirlich in die Zellen *pz*, welche den Stiel bilden, übergeht. Vergr. 1000.

Digitized by Google

Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden (einschliefslich der Pteropoden).

Zweiter Theil[1].

Von

Dr. Paulus Schiemenz in Neapel.

Mit Tafel 16 u. 17.

Litteraturverzeichnis.

Barrois, Théodore, **1.** Contribution à l'étude des glandes byssogènes et des pores aquifères chez les Lamellibranches. Compt. rend. T. 100. p. 188—190. [Vorl. Mittheilung zu **2.**]

—— **2.** Les glandes du pied et les pores aquifères chez les Lamellibranches. Lille, L. Danel 1885. 4°. 169 pag. 10 Taf.

Blundston, Edwin Richardson, On the occurrence of glycogen as a constituent of the vesicular cells of the connective tissue of Molluscs. Proc. R. Soc. London. Vol. 38. p. 442—445.

Brock, J., Die Entwicklung des Geschlechtsapparates der stylommatophoren Pulmonaten nebst Bemerkungen über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger anderer Organsysteme. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 44. p. 333—395. Taf. 22—25.

Bourne, Alfred Gibbs, On the supposed communication of the vascular system with the exterior in *Pleurobranchus*. Q. Journ. Micr. Sc. (2.) Vol. 25. p. 429—432. Taf. 29.

Carrière, Justus, Die postembryonale Entwicklung der Epidermis des *Siredon pisciformis*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 24. p. 19—49. Taf. 2—3.

Cattie, J. Th., Les Lamellibranches recueillis dans les courses du »Willem Barents« durant les mois de Mai à September 1880 et 1881. Bijdr. Dierk. Nat. Art. Mag. Amsterdam. 13. Afl. Onderzoek. W. Barents. 4. Ged. 48 pag. 4 Taf.

Fleischmann, A., **1.** Über die Bewegung des Fußes der Lamellibranchiaten. Zool. Anz. 8. Jahrg. 1885. p. 193—195. [Vorl. Mittheilung zu **2.**]

—— **2.** Idem. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42. p. 367—431. Figg.

Fol, H., Sur l'anatomie microscopique du Dentale. Compt. rend. T. 100. p. 1352—1355.

[1] Vgl. den 1. Theil. Diese Zeitschrift. Bd. 5. 1884. p. 509—543.

Digitized by Google

Griesbach, H., 1. Über Wasseraufnahme bei Mollusken. Tagebl. 58. Vers. D. Naturf. u. Ärzte. p. 405—408. [Nebst Discussionen von J. Carrière und E. Ziegler.]

—— 2. Zur Frage: Wasseraufnahme bei den Mollusken. Zool. Anz. 8. Jahrg. 1885. p. 329—332.

Haller, Béla, Beiträge zur Kenntnis der Niere der Prosobranchier. Morph. Jahrb. Bd. 11. p. 1—53. Taf. 1—4.

Hanitsch, Richard, Die Wasseraufnahme bei *Cyclas* und *Anodonta*. Inaug.-Diss. Jena 1884. 8°. 38 pag. 1 Taf.

Lacaze-Duthiers, Henri de, 1. Histoire de l'organisation et du développement du Dentale. VI. Appareil de la circulation. Ann. Sc. Nat. (4.) T. 7. p. 1—40. Taf. 2—4.

—— 2. Note sur l'anatomie du Dentale. Compt. rend. T. 101. p. 296—300.

—— 3. Sur les *Phoenicurus*. Ibid. p. 30—35.

—— 4. Contribution à l'histoire du Phoenicure. Arch. Zool. Expér. (2.) T. 4. p. 77—108. Taf. 4 u. 4bis.

Leydig, Franz, 1. Die Hautdecke und Schale der Gastropoden nebst einer Übersicht der einheimischen Limacinen. Arch. f. Naturg. 42. Jahrg. 1876. p. 209—292. Taf. 9—16.

—— 2. Zelle und Gewebe. Neue Beiträge zur Histologie des Thierkörpers. Bonn, Strauss. 1885. 8°. 219 pag. 6 Taf.

Nalepa, Alfred, Die Intercellulargänge des Epithels und ihre physiologische Bedeutung bei den Pulmonaten. Sitz.-Ber. Akad. Wien. Bd. 88. 1. Abth. p. 1180—1189. 1 Taf.

Roule, Louis, Recherches histologiques sur les mollusques lamellibranches. Journ. Anat. Phys. Paris. 23 Année. 1887. p. 31—86. Taf. 4—8.

Sarasin, C. F. und P. B., Notiz über directe Communication des Blutes mit dem umgebenden Medium. Arb. a. d. zool.-zoot. Inst. Würzburg. Bd. 8. p. 94—101.

Stepanoff, Paul, Über die Geschlechtsorgane und die Entwicklung von *Cyclas*. Arch. f. Naturg. Jahrg. 31. 1865. p. 1—32.

Vayssière, A., 1. Recherches anatomiques sur les mollusques de la famille des Bullidés. Ann. Sc. Nat. (6.) T. 9. Art. No. 1. 123 pag. Taf. 1—12.

—— 2. Recherches zoologiques et anatomiques sur les mollusques opistobranches du golfe de Marseille. I. Part. Tectibranches. Ann. Mus. H. Nat. Marseille. T. 2. Mém. No. 3. 181 pag. 6 Taf.

Wegmann, Henri, Contributions à l'histoire naturelle des Haliotides. Arch. Zool. Expér. (2.) T. 2. p. 290—378. Taf. 15—19.

Ziegler, H. Ernst, Die Entwicklung von *Cyclas cornea* Lam. (*Sphaerium corneum* L.) Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 41. p. 525—569. Taf. 27—28.

Seit der Veröffentlichung des ersten Theiles meiner Untersuchungen über die Wasseraufnahme bei *Natica josephina* bis zur Herausgabe des gegenwärtigen zweiten Theiles ist ein größerer Zeitraum verflossen, als ich ursprünglich beabsichtigt hatte, und gar mancher Gegner der Wasseraufnahme hat sich wohl der Hoffnung hingegeben, dass der in Aussicht gestellte zweite Theil nie erscheinen und die

Digitized by Google

ganze Frage nach der Wasseraufnahme überhaupt bald aus der Discussion verschwinden würde. Dem ist nun aber nicht so; im Gegentheil hoffe ich, dass es mir im Folgenden gelingen wird, die »alte rohe Ansicht von der Existenz eines besonderen Gefäßsystems, welches das zur Schwellung erforderliche Wasser in den Molluskenfuß einführt«, allerdings vor der Hand nur für *Natica* wieder zur vollen Geltung zu bringen. Vorher möchte ich jedoch derjenigen Arbeiten, welche inzwischen erschienen sind, mit einigen Worten gedenken und dabei auch frühere Angaben, welche von mir bisher übersehen oder absichtlich unberücksichtigt gelassen wurden, heranziehen.

Während STEPANOFF trotz alles Nachsuchens die von LEYDIG bei *Cyclas* beschriebenen Intercellulargänge nicht finden konnte, ihre Existenz freilich nicht in Abrede zu stellen wagt, hatte CARRIÈRE mehr Glück. Es gelang ihm, an der lebenden *Cyclas* diese Gänge zu sehen, allein er konnte sie nur bis in die Nähe des Cuticularsaumes verfolgen, wo sie ihm zu endigen schienen. Wir sehen also hier eine Übereinstimmung mit den Beobachtungen NALEPA's, an dessen Präparaten die Injectionsmasse in den Intercellularräumen ja auch meist nur $^2/_3$ von der Höhe der Zellen erreichte. Bezüglich der physiologischen Bedeutung dieser Intercellulargänge bemerkt CARRIÈRE ausdrücklich, dass er selbst dann, wenn er auch zugeben wollte, dass die Intercellularräume röhrenförmige Spalten seien, welche sich nach außen öffnen, nicht eine Aufnahme von Wasser, sondern nur ein Austreten desselben durch die genannten Poren für möglich halten würde. CARRIÈRE ist vielmehr der Überzeugung, die Wasseraufnahme gehe bei den Landschnecken in derselben Weise, wie die schnelle Wasseraufnahme durch das Darmepithel der Säugethiere vor sich, nämlich durch den Körper der Zellen hindurch und nicht durch Lücken zwischen denselben. ZIEGLER fand ebenfalls bei *Cyclas* keilförmige Spalten zwischen den Epithelzellen; ihr spitzes Ende lag immer etwas vom Rande entfernt. Er konnte niemals einen canal- oder spaltförmigen Hohlraum bis nach außen verfolgen. Die Vettern SARASIN sahen bei *Planorbis* und *Paludomus* die LEYDIG-schen »Röhrchen«, welche sowohl nach außen als auch in das subepitheliale Gewebe frei mündeten. Sie seien aber so feine Capillaren, dass einer raschen Aufnahme von Wasser durch sie selbst dann noch die Capillaradhäsion einen unbesiegbaren Widerstand entgegensetzen würde, wenn ein Pumpapparat vorhanden wäre, der aber doch fehle. Nach Ansicht der Verff. dient die unmittelbare Communication des Blutes mit dem Wasser lediglich der Athmung, und es findet durch

Digitized by Google

diese Röhrchen ein beständiger osmotischer Austausch zwischen Blut und Wasser statt. Irgend eine Begründung, von einem Beweise gar nicht zu reden, bringen die Verff. für ihre »Ansicht« nicht bei und sie scheinen gänzlich übersehen zu haben, dass genannte Thiere ganz bestimmte Athmungsorgane besitzen. Wenn diese für die Athmung und den osmotischen Austausch nicht genügten, zu welcher Annahme aber wirklich gar kein Grund vorliegt, so wäre es doch einfacher, diese Organe zu vergrößern resp. zu modificiren, als sich eine neue, so außerordentlich complicirte und für diesen Zweck wenig praktische Vorrichtung anzueignen. Es wäre wirklich im Interesse der Lösung der vorliegenden Frage zu wünschen, dass man endlich damit aufhören möchte, allerhand »Ansichten« und »Meinungen« aufzutischen, welche man weder begründet noch beweist und welche einer Kritik gegenüber nicht Stand halten. Es leuchtet von selbst ein, dass ganz dieselben Bedenken, welche FLEISCHMANN gegen die Wasserporen geltend gemacht hat, auch hier zu erheben sind. Wenn nämlich das Thier versuchte, einen Turgor im Fuße herzustellen, so würde das Blut durch diese »Röhrchen« trotz der Capillaradhäsion allmählich entweichen und eine längere Schwellung unmöglich machen. Da nun aber thatsächlich die Schnecken und Muscheln sehr lange Zeit hindurch den Fuß im turgescirenden Zustande erhalten, so folgt daraus, dass diese »Röhrchen« während desselben geschlossen sein müssen. Dass sie beim contrahirten Fuß geschlossen sind, wo die Epithelzellen und die Muskeln so dicht zusammengepresst sind, ist selbstverständlich. Diese »Röhrchen« sind also bei den Schnecken, wo der Fuß fast immer entweder geschwellt oder contrahirt ist, geschlossen, mithin überflüssig, und eine Communication zwischen dem Blute und dem umgebenden Wasser ist durch sie unmöglich.

LEYDIG (2) bleibt seinen Behauptungen von den Intercellulargängen trotz der von mancher Seite dagegen erhobenen Bedenken treu und sucht sie durch Hinweis auf die Untersuchungen von NALEPA zu stützen. Wir werden indessen später sehen, dass ich gerade diese Untersuchungen gegen LEYDIG verwerthe, und NALEPA mag dann selbst entscheiden, auf wessen Seite er sich stellen will. Auch an *Ancylus lacustris* und *Limnaea stagnalis* hat LEYDIG diese Gänge gesehen und neben der directen Wasseraufnahme durch sie etablirt er jetzt noch eine andere. Er hat sich nämlich davon überzeugt, dass die Epithelzellen nach außen feinste Löchelchen haben können oder porös sind, und dass andererseits die Zellkörper einwärts ebenfalls porös sind und auf solche Weise in offener Verbindung mit den Inter-

Digitized by Google

cellulargängen stehen. Er nimmt nun an, das Wasser könne auch durch den Zellkörper selbst den Weg finden, um von da erst in die Intercellulargänge zu gelangen. Sollte LEYDIG mit der Aufstellung dieser neuen Wasseraufnahme vielleicht seinen Übertritt zu der Auffassung von CARRIÈRE allmählich einleiten? Die von mir bei *Natica* beschriebenen Poren hält er einstweilen (ein Grund wird nämlich vorläufig nicht angegeben) nur für Abfluss- und nicht für Aufnahmeporen. Ich sehe nun freilich nicht ein, warum *Natica* sich für Aufnahme und Abgabe des Schwellungswassers je besondere Poren hat anzüchten sollen; es wäre doch viel einfacher, dieselben Poren für beide Vorgänge zu benutzen. LEYDIG meint ferner, »Jeder, der nur einige Kenntnis von dem Bau der Gastropoden hat«, müsse sich sagen, dass das aufgenommene Wasser in die Bluträume gelange. Es mag sein, dass nur meine Unkenntnis betreffs des Gastropodenbaues mich an dieser Communication zweifeln lässt, aber ich tröste mich mit dem Umstande, dass ich mich dabei in der besten Gesellschaft (FLEISCHMANN, CARRIÈRE etc.) befinde. Jedoch kann ich auf der anderen Seite LEYDIG in gewissem Sinne beistimmen. Ich habe sehr häufig die Beobachtung gemacht, dass Landschnecken, wenn sie aus ihrer Ruhe gestört werden und anfangen herumzukriechen, fortwährend so zu sagen lecken. Man kann das z. B. sehr bequem sehen, wenn man die Schnecken über eine Glasplatte kriechen lässt. Ich kann mir nun sehr wohl vorstellen, dass sie die Wasser(Thau-)tropfen, auf welche sie bei ihrer Wanderung stoßen, auflecken und aus dem Darme auf dem gewöhnlichen Wege der Diffusion in das Blut gelangen lassen, ja dass sie diese »Wasseraufnahme per os« so lange fortsetzen, bis sie den ihnen angenehmen Grad der Schwellung und vor allen Dingen die genügende Menge Wasser für die reichliche Schleimsecretion etc. dem Blute zugeführt haben. Wir hätten es also hier mit einem ähnlichen Falle zu thun, wie er bei uns eintritt, wenn wir Durst empfinden und denselben durch Trinken löschen. Meine Auffassung weicht von derjenigen LEYDIG's und der Übrigen, welche dessen Standpunkt theilen, nur in so fern ab, als ich nicht glauben kann, das von den Landschnecken aufgenommene Wasser komme direct mit dem Blute in Berührung und diene direct zur Locomotion (denn die Thiere können auch ohne dasselbe kriechen), Athmung und zum osmotischen Austausch. Im Übrigen ist LEYDIG bis jetzt einen thatsächlichen Beweis für die directe Wasseraufnahme durch die Intercellulargänge schuldig geblieben. Dagegen will GRIESBACH (1) gesehen haben, wie bei *Cyclas* Stäubchen von Kohlenpulver am Rande

Digitized by Google

des ausgestreckten Fußes im Epithel verschwanden, in das Innere des Fußes eindrangen und dort wiedergefunden wurden. »Eine Beobachtung durch Einstellung auf den optischen Querschnitt des Epithels hat er nicht ausgeübt«, so dass diese Beobachtung überhaupt nicht verwerthbar ist und gar nicht hätte mitgetheilt zu werden brauchen. Außerdem geht aus den logischen Auseinandersetzungen in der Arbeit von FLEISCHMANN hervor, dass so etwas gar nicht möglich ist.

BROCK empfiehlt allen denen, welche trotz der älteren Angaben LEYDIG's und der neueren Untersuchungen von NALEPA die leicht zu bestätigenden Intercellularräume bei Pulmonaten noch für Kunstproducte ansehen, die Fußdrüse als Untersuchungsobject. Ich zweifle nicht daran, dass BROCK Intercellularräume zwischen den Epithelzellen dieser Drüse gesehen hat, aber von einem Intercellularraume, den man auf Schnitten durch ein entwässertes und mit allerhand Reagentien behandeltes Object sieht, ist noch lange nicht erwiesen, dass er sich bei dem gesunden, lebenden Thiere findet. Und wenn BROCK ferner berichtet, eine kleine Anzahl von Drüsenzellen münde in den Intercellularräumen des Dachepithels des Drüsenausführungsganges, so erblicke ich gerade darin einen Beweis dafür, dass die besagten Räume, selbst wenn sie im normalen Zustande des Thieres existiren, nicht zur Aufnahme von Wasser dienen können; denn dass ein Canal sowohl ein Drüsensecret des Körpers nach außen schaffen als auch dem Blute von außen her Wasser zuführen soll, halte ich nach wie vor so lange für unmöglich, bis unzweifelhafte Beweise dafür erbracht werden.

HANITSCH gelang es weder, die Aufnahme von suspendirten Farbstoffen in den Fuß von *Cyclas* zu beobachten, noch konnte er bei Anwendung von Jodgrün und löslichem Berliner Blau bei gesunden Thieren Farbstoff innerhalb des Fußes bemerken. Von Muscheln, die aus dem Wasser heraus auf das Trockene versetzt wurden, konnten sich nur diejenigen wieder schwellen, welche das Wasser in den Schalen zurückgehalten hatten. Wie man weiß, hat CARRIÈRE die gegentheilige Beobachtung gemacht; ferner geht daraus, dass diejenigen Muscheln, welche das Wasser zwischen den Schalen abgegeben hatten, sich nicht wieder schwellten, noch lange nicht mit Sicherheit hervor, dass sie es nicht konnten. Vielleicht wollten sie es nur nicht. Verf. hat also kein Recht dazu, aus diesen negativen Versuchen eine Wasseraufnahme behufs Schwellung zu folgern. Dasselbe gilt von seiner Wiederholung des AGASSIZ'schen Experimentes. Zunächst muss dasselbe in etwas verfeinerter Weise ange-

Digitized by Google

stellt werden (vgl. den 1. Theil meiner Arbeit p. 534), um beweiskräftig zu sein. HANITSCH giebt aber nicht an, ob er das gethan hat. Außerdem hat der ganze Versuch nur dann eine beweisende Kraft, wenn es sich um Thiere handelt, welche bei ihrer Schwellung ihr Volumen vergrößern, was für die Muscheln bisher nicht nur nicht bewiesen, sondern im Gegentheil sehr unwahrscheinlich ist. In dem ausgestoßenen Wasser fand HANITSCH Blutkörperchen und schließt daraus, das Wasser mische sich mit dem Blute. Dass die Blutkörperchen durch Zerreißung von Gefäßen oder Geweben in das abgegebene Wasser gelangt seien, hält er für ausgeschlossen, da diejenigen Thiere, welche Wasserstrahlen abgegeben hatten, am folgenden Tage kein Wasser austreten ließen und unmöglich in so kurzer Zeit ihre Rissstellen hatten heilen können. Er berücksichtigt aber hierbei das außerordentliche Contractionsvermögen der Mollusken nicht, vermöge dessen sie ziemlich große Wunden vollständig schließen können. Man kann z. B. einer *Natica* beträchtliche Stücke vom Fuße abschneiden, ohne sie in ihrer Lebensweise zu stören und ohne ihre Locomotion sehr zu beeinträchtigen. Ich habe einigen Thieren ein Drittel ihres Vorderfußes[1] abgeschnitten, und trotzdem schwellten sie nach nicht allzu langer Zeit die übrigen Theile des Fußes fast vollständig; natürlich war bei dieser argen Verstümmelung eine Locomotion ausgeschlossen und lagen die Thiere auf dem Rücken, ohne sich viel zu bewegen. Eine Untersuchung derartiger Wunden lässt natürlich erkennen, dass die Muskeln im Umkreise fest zusammengekniffen sind. Kurzum, es ist nicht nur möglich, sondern gar nicht befremdend, dass eine Schnecke oder Muschel trotz einer am Tage vorher erhaltenen Verletzung des Fußes keine »Wasserstrahlen« abgiebt. Die großen Wasserstrahlen treten nach HANITSCH nicht an constanten Stellen auf und entstehen durch Vereinigung der feinen, aus den Intercellulargängen austretenden Strahlen. »Pori aquiferi« im Sinne von KOLLMANN und GRIESBACH fanden sich weder bei *Cyclas* noch *Anodonta*. Die Intercellulargänge sind bei *Cyclas* vorhanden, münden nach außen, dienen zur Entleerung des Secretes der in sie einmündenden Drüsen, setzen sich aber noch eine Strecke über diese letzteren hinaus nach innen fort und münden in das Lacunensystem. Betrachtet man die Figur, welche HANITSCH zur Erläuterung dieser Verhältnisse giebt, so sieht man freilich nichts davon, sondern an die

[1] *Natica millepunctata* habe ich einmal das ganze abgeschnittene Drittel des Vorderfußes ergänzen sehen; allerdings war dasselbe anfänglich ohne dunkles Pigment.

Digitized by Google

inneren Öffnungen dieser Canäle legt sich direct ein undeutliches, zelliges Gewebe, in welchem nach der Zeichnung des Verf.s einige ganz bestimmt abgegrenzte Blutgefäße verlaufen. Man erhält fast den Eindruck, als ob der Canal, in welchen die Drüsen münden, schräg abgeschnitten ist, indem die Drüse in ihrem Verlaufe eine andere Richtung als die bisherige annahm; eine scheinbare freie Öffnung ist dann erklärlich. Jedenfalls aber ist die ganze Zeichnung so unklar und theilweise so unrichtig, dass Verf. unmöglich sich selbst ganz klar über das in ihr Dargestellte geworden sein kann. Einen Beweis dafür, dass diese Canäle wirklich mit dem Blutgefäßsystem communiciren, erblickt er in dem Vorkommen von Blutkörperchen in denselben. Ich möchte indessen wissen, mit welchem Rechte die fraglichen Gebilde als Blutzellen gedeutet werden können, da ausdrücklich von ihnen gesagt wird, dass sie »zum großen Theil ihr Protoplasma verloren hatten und nur der Kern erhalten war«. Sollte man nicht viel eher annehmen, sie waren Drüsenzellen oder Theile von ihnen, welche bei der gewaltsamen Contraction des Thieres in den conservirenden Flüssigkeiten von ihrer Unterlage abgelöst und in den Ausführungscanal getrieben sind? Wenn also die Angaben von HANITSCH über die Communication der Intercellulargänge resp. Drüsencanäle mit dem Lacunensystem bei *Cyclas* uns keineswegs wahrscheinlich dünken, so wird unser Glaube daran noch mehr erschüttert durch die Bemerkung des Verf.s, dass er bei *Anodonta* eine Verbindung der Drüsengänge mit den Epithelspalten **nicht** gesehen hat. Es ist doch nicht anzunehmen, dass sonst so ähnlich gebaute Thiere sich in diesem wichtigen Punkte so durchaus verschieden verhalten sollten. Durch die Intercellularräume tritt nach HANITSCH (p. 34) kein Wasser ein, sondern nur Flüssigkeit nach außen. Die Aufnahme von Wasser geschieht durch den Mund und das BOJANUS'sche Organ. Für die Wasseraufnahme durch das letztere stützt er sich auf die Untersuchungen von GEGENBAUR an Heteropoden und Pteropoden, »weil er sich nicht vorstellen kann, dass ein Forscher von dem Range GEGENBAUR's etwas ganz Falsches beobachtet haben sollte«. HANITSCH selbst freilich hatte bei seinen Versuchsthieren die Beobachtung gemacht, dass in das BOJANUS'sche Organ keine Carminkörnchen oder gefärbtes Wasser aufgenommen wurde. Dass Wasser bei den Heteropoden und Pteropoden in die Niere eingepumpt wird, ist zweifelsohne richtig, aber darauf kommt es hier weniger an, als vielmehr auf die Frage, ob dieses Wasser von der Niere aus in das Blut gelangt. Dies ist aber nicht der Fall, wie JOLIET, dessen Mittheilung HANITSCH

Digitized by Google

unbekannt geblieben zu sein scheint, an Heteropoden bereits nachgewiesen hatte. Ich konnte nach eigenen Untersuchungen dies bestätigen. Der Austritt des Wassers soll (p. 35) durch das BOJANUS'sche Organ und die Spalten im Epithel des Fußes geschehen, »und zwar ist anzunehmen, dass diese Austrittsweise die bedeutungslosere ist und nur eintritt, wenn der Fuß besonders rasch zusammengezogen wird«. Auf p. 27 steht aber: »die contrahirten Muskeln gestatten dem Blut keinen Ausweg durch die Spalten des Epithels«. Da nun bei einer raschen Zusammenziehung des Fußes eine starke Contraction der Muskeln eintritt, so ist nicht recht zu begreifen, wie man diese beiden Angaben von HANITSCH mit einander vereinigen soll. Auf p. 37 äußert sich der Verf. folgendermaßen: »Stehen nun bei einer großen Anzahl von Würmern, namentlich Plattwürmern, die Excretionsorgane in engem Zusammenhange mit dem Wassergefäßsystem, so hat man bei den Echinodermen eine ähnliche Beziehung noch nicht erwiesen, jedoch nicht ohne Grund vermuthet. Es wäre dann auch nicht unmöglich, dass man bei den Mollusken ein ähnliches Verhältnis vorfände. Und in der That scheint dafür der Umstand zu sprechen, dass die Blutkörperchen, die sich in den Spalträumen vorfanden, und also eben im Austreten begriffen waren, zum größten Theil ihr Protoplasma verloren hatten und nur der Kern erhalten war. Möglicherweise waren dies Blutzellen, die nach erfüllter Function unbrauchbar geworden den Muschelkörper verlassen sollten.« Es scheint fast so, als ob Verf. eine ähnliche Function der Wassergefäßsysteme bei den verschiedenen Thiergruppen nur desshalb sich aufzufinden bemüht, weil diese denselben Namen führen, ganz unbekümmert um ihren morphologischen Werth und ihren Bau, denn sonst hätte er sich doch sagen müssen, dass, was man bei den Würmern als Wassergefäßsystem bezeichnet, etwas ganz Anderes ist als die bei den Mollusken mit diesem Namen belegten Räume. Auf p. 36 bemerkt Verf.: »die Kritik der Deutung bestimmter Verhältnisse wird heute, wo wir die Berechtigung haben, in streng wissenschaftlichem Sinne bei jeder Einrichtung zu fragen, ob dieselbe nützlich sei oder nicht etc.« Es wäre sehr zu wünschen gewesen, wenn HANITSCH von dieser Berechtigung Gebrauch gemacht hätte, dann hätte er sich sagen müssen, dass die Muscheln ein paares, ziemlich großes Excretionsorgan besitzen, und dass zu seiner phantastischen Hypothese nicht der geringste Grund vorliegt. Und wenn Verf. sich an einer anderen Stelle (p. 13) äußert: »Es muss frappiren, dass die Forscher, die bei *Anodonta* und *Unio* die Injectionen anstellten, mit den gefundenen Resultaten zufrieden waren«, so muss

Digitized by Google

es noch viel mehr frappiren, dass HANITSCH mit seinen Resultaten zufrieden ist.

Einen wohlthätigen Contrast zu der Arbeit von HANITSCH, der man wirklich nicht nachsagen kann, dass sie die Frage nach der Wasseraufnahme in irgend einer Weise gefördert habe, bildet diejenige von FLEISCHMANN. Dieser fand bei *Anodonta*, *Unio*, *Dreissena*, *Cyclas* trotz zahlreicher Schnittserien keine Pori aquiferi, dagegen verlaufen die Blutlacunen oft sehr nahe an der Oberfläche und sind an manchen Stellen gegen das äußere Medium nur durch die auf einer dünnen Stützlamelle ruhende Epithellage abgegrenzt. Er kann also den Injectionen durch die sogenannten Pori keine beweisende Kraft zusprechen, da diese dünne Epitheldecke auch schon dann verletzt werden kann, wenn man einen starken Strom gegen dieselbe richtet, ohne sie gerade direct zu durchstoßen. In der That erwiesen sich alle Stellen, wo in Wasser unlösliche Stoffe in die Gewebe des Thieres eindrangen, bei näherer Untersuchung als Risse. Thiere, die mehrere Tage in Wasser, in welchem Berliner Blau oder Carmin vertheilt war, gelegen und darin bedeutende Ortsveränderungen vorgenommen hatten, zeigten in ihren Bluträumen nichts von diesen Farbstoffen, selbst dann nicht, wenn sie vorher bei geöffneten Schalen abgetrocknet waren und desshalb ein reges Flüssigkeitsbedürfnis haben mussten. Auch unter dem Mikroskope konnte FLEISCHMANN keine Farbpartikelchen in den Fuß von *Cyclas* eindringen sehen. Die Wasserstrahlen treten nur dann auf, wenn man die Muscheln aus dem Wasser herausnimmt, dagegen nicht, wenn man die Thiere z. B. in gefärbte Flüssigkeiten setzt und zum Einziehen reizt. Sie treten ebenfalls nicht auf, wenn man verhindert, dass der Fuß beim Einziehen von den Schalen gepresst wird. Die Wasserstrahlen sind also pathologische Producte, und es giebt keine Pori aquiferi. Aber selbst, wenn solche vorhanden wären, so könnten sie zur Wasseraufnahme in keiner Beziehung stehen, da sie sowohl beim ausgestreckten als eingezogenen Fuße durch die Muskeln geschlossen sein müssen. In diesem Nachweise beruht die Stärke der Arbeit von FLEISCHMANN, und es ist wohl kaum noch möglich, dass GRIESBACH und KOLLMANN diesen streng logischen Auseinandersetzungen gegenüber die von ihnen geschilderten Wasserporen vertheidigen können. FLEISCHMANN weist ferner nach, dass die Blutmenge allein zur vollkommenen Schwellung des Thieres hinreicht und so eine Wasseraufnahme zu diesem Zwecke überflüssig erscheinen lässt. Während der Zeit, in welcher der Fuß zurückgezogen ist, speichert sich das Blut, welches bei

Digitized by Google

Anodonta und *Unio* ungefähr die Hälfte des Körpergewichtes beträgt, vornehmlich im Mantel auf, welcher dafür jederseits förmliche Reservoire von 2,5 bis 5 mm Durchmesser bildet. Beim Ausstrecken des Fußes findet nicht eine Vergrößerung des Gesammtvolumens der Muscheln statt, sondern es geht nur eine Veränderung der Form vor sich, indem das Blut in den Fuß hinein getrieben und am Zurückweichen durch die mit einem Sphincter versehene (KEBER'sche) Venenklappe verhindert wird. Das BOJANUS'sche Organ nimmt nach FLEISCHMANN kein Wasser auf und Intercellulargänge im Sinne von LEYDIG konnten nicht wahrgenommen werden.

BARROIS liefert eine kritische Zusammenstellung der über die Wasseraufnahme laut gewordenen Ansichten und spricht sich, fußend auf seine früheren und neuerdings angestellten Untersuchungen, abermals gegen die Existenz von Pori aquiferi, Intercellulargänge und die ihnen angedichteten Functionen bei Muscheln aus. Er stellt überhaupt die Nothwendigkeit einer Wasseraufnahme für diese Thiere in Abrede. Eben so tritt CATTIE von Neuem gegen die Existenz normaler Wasserporen bei Muscheln auf und erklärt die Öffnungen, aus welchen die Wasserstrahlen hervorspritzen, die man an beliebigen Stellen der Fußkante auftreten lassen kann, für Rissstellen. Desgleichen will er die Intercellularräume nicht als normale Erscheinungen anerkennen.

ROULE's Untersuchungen können zu den übrigen Arbeiten über die Wasseraufnahme in so fern eine Ergänzung bilden, als derselbe nicht den Fuß, sondern den Mantelrand und die Siphonen von *Venus* (*Tapes*) *decussata*, *Mya arenaria* und *Lima inflata* auf Wasserporen resp. Intercellulargänge untersuchte. Wie zu vermuthen stand, hat er nichts davon gefunden. Auch er ist der Ansicht, das Blut der Muscheln genüge zur Schwellung, nur stimmt er mit FLEISCHMANN über deren Modus nicht überein. Die Existenz eines Sphincters, welcher nach FLEISCHMANN das in den Fuß getriebene Blut am Rückfluss verhindern und so die Turgescenz des Fußes bewirken soll, hält er für überflüssig und unmöglich. Im Gegensatz zu KOLLMANN sieht ROULE den Zustand der völligen Ausdehnung aller turgescirenden Organe als den normalen und gewöhnlichen an. Es müsste demgemäß der Sphincter, welcher von FLEISCHMANN beschrieben wird, immer contrahirt sein; eine fortwährende Contraction eines Muskels sei aber nicht denkbar. Nach ROULE tritt vielmehr die Abschwellung eines turgescirenden Organes dann ein, wenn dasselbe sich contrahirt und so sein Blut in andere Körperräume treibt; die Wiederschwellung

Digitized by Google

findet statt, indem die Muskeln, welche die Blutsinus dieses Organes zusammenpressen, erschlaffen, die Blutsinus ihr altes Volumen wieder einnehmen, und daher das Blut wieder in sie zurückströmt. Dies könnte doch aber nur dann der Fall sein, wenn die Wandungen der Blutsinus vorwiegend und zwar sehr stark elastischer Natur wären, wofür ROULE indess noch den Nachweis bringen müsste. Aber auch abgesehen davon hat seine Schlussweise noch einen anderen Fehler. Wenn sich der Fuß contrahirt, so strömt das Blut aus ihm in die Bluträume anderer Körpertheile, deren Muskeln nicht contrahirt sind, z. B. diejenigen des Mantels, und diese würden dadurch passiv weiter ausgedehnt werden, als sie es vorher waren, und erst dadurch ihren höchsten Schwellungsgrad erreichen. Wenn nun der Fuß seine Musculatur erschlaffen lässt und die Hohlräume seiner Blutbahnen wieder herstellt, so würde nur so viel Blut zurückkehren, bis die Hohlräume des Mantels vermöge ihrer elastischen Wandungen ihr früheres Volumen wieder erlangt hätten. Es würden also die Mantelräume, wenn der Fuß sein Blut wieder erhält, nicht ihr Maximum der Schwellung (l'état d'extension total) mehr besitzen. Ganz dasselbe gilt natürlich auch für den Fuß, wenn sich der Mantel schwellt, also könnten beide Organe niemals zu gleicher Zeit ihren »état d'extension total« erreichen. Sowie eines von ihnen denselben erreichen soll, muss das andere seine Bluträume durch die sie umgebenden Muskeln zusammenpressen. Wenn also der »état d'extension total« des Fußes der normale sein soll, so muss auch der Contractionszustand der Muskeln, welche die Bluträume des Mantels umgeben, der normale sein. ROULE würde also nach seiner Theorie zu einem Factum gelangen, welches er selbst für unmöglich hält. Ist es denn aber überhaupt nothwendig, dass ein solcher Sphincter, wie ihn FLEISCHMANN beschreibt, immer contrahirt ist? Wenn er dies wäre, so würde nothwendigerweise im Fuße der Muschel bald ein Turgor entstehen, welcher eine Einführung neuen Blutes vom Herzen aus durch die Arterien unmöglich machen würde. Die Folge davon würde sein, dass das Blut im Fuße ohne Erneuerung stagnirte und bald seines Sauerstoffes und der ernährenden Eigenschaften verlustig ginge, so dass der Fuß bald außer Ernährung gesetzt werden würde. Dass etwas Derartiges eintritt, ist nicht anzunehmen, da wir ja sehen, dass es bei den Mollusken gerade der Fuß ist, welcher am meisten mit Blut versorgt wird, oder anders ausgedrückt, das meiste Blut, d. h. die meiste Ernährung den übrigen Organen gegenüber nöthig hat. Wie ist nun diese Schwierigkeit zu heben? Sehr einfach dadurch, dass sich genannter Sphincter von

Digitized by Google

Zeit zu Zeit öffnet, etwas Blut austreten lässt und die Arterien in demselben Maße frisches Blut einpumpen. Wahrscheinlich wird sich dann eine gewisse Regelmäßigkeit in der Wiederholung dieses Processes einstellen, welche bis zu einem bestimmten Grade mit den Pulsationen des Herzens in Correlation steht, von dem Thiere aber je nach Bedürfnis modificirt werden kann. Auf solche Weise würde der Fuß ernährt und der Sphincter nicht dauernd contrahirt sein, mithin letzterer Roule nicht mehr anstößig erscheinen dürfen.

Dieses eben geschilderte Verhalten ist nun aber etwa nicht bloß ein von mir erdachtes, sondern findet sich thatsächlich und kann z. B. bei den durchsichtigen Pteropoden und Heteropoden mit Leichtigkeit beobachtet werden. Aber was auch die Bedenken sein mögen, welche Roule gegen den besagten Sphincter hegt, sie müssen einfach der Thatsache weichen, dass derselbe wirklich, und zwar nicht nur bei den Muscheln, sondern auch bei einem großen Theil, wahrscheinlich den meisten der Gastropoden vorhanden ist.

Verlassen wir nun einen Augenblick die Pori aquiferi etc. des Fußes, Mantels und der Siphonen und lenken wir unsere Betrachtung auf einige für andere Stellen des Molluskenkörpers angegebene directe Öffnungen des Blutgefäßsystems nach außen. Wie man weiß, hat seiner Zeit Lacaze-Duthiers eine solche bei *Pleurobranchus* beschrieben, und auch Vayssière spricht von ihr. Letzterer (1) hat sie zwar bei *Gastropteron Meckelii* nicht gefunden, glaubt aber, sie befinde sich ein wenig über der Genitalöffnung in einer unpigmentirten Stelle des Tegumentes. Später (2) beschreibt er diese Öffnung bei *Oscanius* [*Pleurobranchus*] *tuberculatus* D. Ch. und *O. membranaceus* Mont. Bourne hat sich der Mühe unterzogen, diese vermeintliche Öffnung näher zu untersuchen, und da hat es sich denn herausgestellt, dass sie in einen gegen die Leibeshöhle vollkommen geschlossenen drüsigen Sack führt.

Wegmann behauptet, bei *Haliotis* stehe das Blutgefäßsystem durch Öffnungen mit dem Lumen der Niere, wie bei den anderen Gastropoden, in Verbindung und nehme so Wasser auf. Haller dagegen äußert sich in seiner Untersuchung über die Niere der Prosobranchier: »und es findet sich, wie von selbst verständlich, nichts von jenen mythischen, von Delle Chiaje entdeckten, porenförmigen Öffnungen der Arterie in die Urinkammer, welche dann Wasser in die Gefäße aufnehmen ließen«. Ich glaube, wir können uns ohne Weiteres auf die Seite Haller's stellen, da Wegmann zu seiner Behauptung durch die Resultate von Injectionen gelangt ist, bei welchen

Digitized by Google

häufig die Masse das Lumen der Niere füllte und durch deren Öffnung nach außen drang. Injectionen beweisen in solchen Fällen, wo nur zu leicht eine Zerreißung eintreten kann, gar nichts und sind schon oft genug als Beweismittel zurückgewiesen worden. Zudem müsste man die Physiologie erst auf den Kopf stellen, wenn man ein Thier durch ein Excretionsorgan Stoffe einführen lassen wollte. Das könnte doch höchstens dann geschehen, wenn das Excretionsorgan zeitweilig seine excretorische Thätigkeit unterbräche; WEGMANN bringt aber nicht den Schatten eines Beweises hierfür, eben so wenig wie er es der Mühe für werth hält, thatsächliche Beobachtungen oder Belege für die Aufnahme von Wasser in das Blut vermittels der Niere vorzuführen.

Wie bekannt ist, hat v. IHERING bei *Haliotis* zwei Nieren beschrieben, von denen die eine links, die andere rechts vom After mündet. Erstere communicirt mit dem Herzbeutel, während die andere dies nicht thut, aber die Geschlechtsproducte aufnimmt. Diese Angaben bestätigt WEGMANN, HALLER dagegen greift v. IHERING desshalb heftig an, hält die rechte Öffnung für die Genitalöffnung und betrachtet die linke Niere als zu dem rechterseits gelegenen Nierenlappen gehörig. Nach meinen eigenen Untersuchungen kann ich HALLER nicht beistimmen, muss vielmehr die Beobachtungen v. IHERING's und WEGMANN's als die richtigen bezeichnen. *Haliotis* hat in der That zwei Nieren, von denen die rechts vom After mündende keine Communication mit dem Herzbeutel besitzt. Aber nicht nur bei *Haliotis* finden wir die Duplicität der Niere, sondern auch noch bei verschiedenen anderen Prosobranchiern. Um nur ein Beispiel anzugeben, so erwähne ich *Dolium*, dessen Nieren ja gerade HALLER eingehend untersucht hat. Nimmt man ein solches Thier aus der Schale heraus, so springen sofort die beiden jederseits vom Enddarm gelegenen und von HALLER näher beschriebenen braunen Drüsenlappen ins Auge. Auf ihrer Oberfläche sieht man gefäßartige Canäle hinziehen, welche aber keine Blutbahnen sind, sondern sich, von beiden Lappen herkommend, vereinigen und schließlich in einen den Enddarm umgebenden Sinus fallen, welcher seinerseits mit einer großen lippenförmigen Öffnung unter (also rechts von) dem After mündet. Diese Mündung wurde wohl meist für die ♀ Geschlechtsöffnung angesehen, welche aber links von ihr auf dem eigentlichen Körper des Thieres liegt. Diese Mündung der rechten Niere (der Kürze halber nenne ich die rechte Niere »Afterniere«) bei *Dolium* entspricht ohne Zweifel der betreffenden bei *Haliotis*, und es ist zu untersuchen, ob

Digitized by Google

nicht der drüsige von BOURNE bei *Pleurobranchus* beschriebene Sack ebenfalls der Afterniere gleich kommt. Ob nun letztere eine wirkliche Niere und ein Gegenstück der linken, eigentlichen Niere ist und nur ihre Communication mit dem Herzbeutel verloren hat, oder ob sie vielmehr eine Drüse sui generis oder gar der Rest eines zweiten Nephridienpaares ist, wäre ebenfalls näher zu erforschen. Als charakteristisches Merkmal könnte man zunächst im Auge behalten, dass in dem Sinus des Ausführungsganges der Afterdarm aufgehängt ist[1]. Bekanntlich beschreibt LACAZE-DUTHIERS (1) bei *Dentalium* eine paare Öffnung neben dem After, welche direct in den Aftersinus, d. h. den Blutsinus um den After führen solle. Diese Öffnungen sind neuerdings wieder besprochen worden, indem FOL die von LACAZE-DUTHIERS an denselben beschriebenen Dilatatoren nicht gefunden hat, ihr Entdecker sie aber (2) bestätigt. Wenn es sich also bei näherer Untersuchung herausstellen sollte, dass diese Öffnungen der Mündung der Afterniere von *Dolium* entsprechen und in einen geschlossenen Drüsenraum führen, so wäre erstlich die ursprüngliche Duplicität der Afterniere wahrscheinlich gemacht, dann aber auch, und darauf kommt es uns hier an, wären die vermeintlichen »Wasserporen« bei *Dentalium* beseitigt.

Zum Schlusse dieser kritischen Übersicht müssen wir noch einer Arbeit von LACAZE-DUTHIERS (3 und 4) gedenken, die unter den Malacologen ein peinliches Aufsehen erregt hat, ich meine diejenige über die sog. *Phoenicurus*. Verf. tritt hier für die directe Communication

[1] Über die Function und Ausdehnung dieses Aftersinus der Afterniere bin ich mir bislang noch nicht klar geworden, da die Begrenzung desselben eine äußerst complicirte ist und durch die vielen Trabekeln, welche den Afterdarm befestigen, noch schwieriger zu bestimmen ist. Bei *Atlanta* z. B., wo die Mündung der Afterniere und ihr fortwährendes Öffnen und Schließen deutlich wahrzunehmen ist, habe ich bisher noch keine dazu gehörige Drüse, wie bei *Dolium*, entdecken können. Die beiden braunen Drüsenlappen bei *Dolium* kehren ihre eine Seite der eigentlichen linken Niere zu, tragen dort die von HALLER beschriebenen Gefäße und scheinen gleichsam in der (linken) Niere zu liegen. Von dem Hohlraum der Niere setzen sich (im Querschnitt längliche) Spalten in die Lappen hinein fort und geben so denselben ein schwammiges Aussehen. Auf der entgegengesetzten Seite bohren sich von den vorhin erwähnten gefäßartigen Canälen der Afterniere kleinere runde Canäle in diese Lappen ein, welche aber nicht mit den von der Nierenseite her kommenden communiciren. Es scheinen also beide Lappen zu beiden Nieren zu gehören und nach beiden Seiten hin voraussichtlich verschiedene Secrete abzugeben. Vielleicht erklärt es sich so, dass die Forscher, welche die sogenannte »Niere« der Gastropoden auf Harnbestandtheile untersuchten, zu so abweichenden Resultaten gelangt sind, indem sie bald das Secret der Niere, bald der Afterniere vor sich hatten.

Digitized by Google

des Blutgefäßsystems mit dem umgebenden Medium abermals ein, und in der vorläufigen Mittheilung in den Comptes Rendus sagt er: »Le phoenicurus, embrassant par sa bouche cette papille, peut donc à tout instant sucer le liquide sanguin de la Téthys, dont il est le parasite dans l'acception la plus exacte du mot.« Fürwahr, eine bequemere Einrichtung könnte sich ein Schmarotzer nicht wünschen, als dass ihm sein Wirth förmliche Zitzen darbietet, aus welchen er direct den Lebenssaft saugen kann! Es ist nur zu verwundern, dass *Tethys*, wenn die Schmarotzer so regelmäßig vorkommen, wie die sog. *Phoenicurus*, nicht allmählich diese für sie so kostspieligen Öffnungen des Blutgefäßsystems in irgend einer für sie zweckmäßigeren Weise umgestaltet hat. Da sich indessen Lacaze-Duthiers in seiner ausführlichen Abhandlung zu der allgemein geltenden Ansicht, nach welcher die Anhänge von *Tethys* Theile dieses Thieres selbst sind, zu bekehren scheint, so brauchen wir uns mit diesen Öffnungen des Blutgefäßsystems nach außen nicht weiter zu befassen.

Zu der vorläufigen Mittheilung von Blundstone müssen wir erst die ausführliche Darstellung abwarten, da die erstere zu kurz ist, um verständlich zu sein.

In dem ersten Theile meiner Untersuchungen über den uns vorliegenden Gegenstand hatte ich nachgewiesen, dass eine directe Aufnahme von Wasser behufs Schwellung bei *Natica josephina* thatsächlich stattfindet. Jetzt möchte ich den Blick des Lesers auf Taf. 16 Fig. 3 und 6 lenken, welche *Natica* im geschwellten, normalen Zustande vorstellen. Die Zeichnungen sind nach der Natur entworfen und in etwas verkleinertem Maßstabe wiedergegeben. Man wird sich ohne Weiteres davon überzeugen, dass die Flüssigkeit, welche in dem geschwellten Fuße vorhanden ist, im zusammengezogenen Thiere gar keinen Platz finden würde, also nicht das Körperblut allein sein kann. Es handelte sich nun darum, nachzuweisen, wo und wie das Wasser aufgenommen wird und ob es mit dem Blute sich direct mischt oder nicht. Eine directe Mischung des Wassers mit dem Blute hielt ich für unmöglich, da einmal anerkanntermaßen das Wasser auf die Blutkörperchen zerstörend einwirkt, und andererseits bei der Abgabe der Schwellungsflüssigkeit Blut in großen Mengen mit ausgestoßen werden würde, eine sinnlose Vergeudung des Lebenssaftes, deren sich die Natur unmöglich schuldig machen konnte. Als dritten Einwand gegen eine Mischung des Wassers mit dem Blute

Digitized by Google

machte ich geltend, dass die histologischen Elemente an denjenigen Stellen, wo das Wasser eintritt und also das Blut zurückdrängt, vollständig für längere Zeit außer Ernährung gesetzt würden und desshalb nicht ordentlich functioniren könnten. Es ergaben sich aus diesen Bedenken die Forderungen, 1) dass das Blutgefäßsystem im Fuße von *Natica* vollständig geschlossen und 2) dass jedes histologische Element innerhalb der Wasserräume von einem eigenen Blutsinus umgeben sein müsse. Experimentell war der erste Punkt eigentlich schon durch die Feststellung bewiesen, dass *Natica* große Mengen Flüssigkeit abgeben kann, in welcher sich weder Blutkörper noch Eiweiß nachweisen lassen. Es ist klar, dass zur endgültigen Entscheidung dieser Fragen wohlgelungene Injectionen nothwendig waren. Da diese aber bereits so viel Unheil angerichtet haben, zum Beweise der widersprechendsten Ansichten herangezogen worden und so mit einigem Rechte in Misscredit gerathen sind, so orientirte ich mich zunächst über den Bau des Gefäßsystems der Mollusken überhaupt, indem ich von den durchsichtigen Formen ausging, und nahm erst dann wieder *Natica* vor. Da es sich nun bei der Injection und Präparation der letzteren herausstellte, dass ihr Gefäßsystem auf den allgemeinen Typus zurückgeführt werden konnte, so glaube ich meinen Injectionen trauen zu dürfen. Überhaupt aber sind Injectionsresultate nur dann nicht ganz beweiskräftig, wenn es sich darum handelt, Communicationen nachzuweisen, da natürlich sehr leicht Zerreißungen eintreten können. Anders liegt die Sache aber, wenn bei den Injectionen sich immer nur gewisse Räume füllen, andere dagegen constant leer bleiben, mit Ausnahme der Fälle, wo Extravasate durch Zerreißung eintreten und als solche sofort erkannt werden können. Alsdann kann man die Injection wohl als beweisend für ein Geschlossensein der betreffenden Bahnen ansehen. Natürlich ist es auch hier nöthig, nicht nur eine einzige, sondern eine große Anzahl Injectionen anzustellen. Es ist ferner selbstverständlich, dass man keine bereits gänzlich abgestorbene Individuen zu den Injectionen benutzen darf, an denen die Gewebe schon ihre Resistenzfähigkeit verloren haben. Die Methode, nach welcher ich *Natica* für die Injectionen vorbereitete, bestand darin, dem Wasser, in welchem sich die Thiere befanden und vollkommen ausgestreckt hatten, allmählich Alkohol in kleinen Portionen zuzusetzen. In 4—5 Tagen sind dann die Schnecken zum Theil todt und partiell so contrahirt, dass man sie nicht zu den Injectionen brauchen kann, zum Theil sind sie ganz ausgestreckt und besitzen noch so viel Leben, dass sie sich bei der Operation oder der

Digitized by Google

darauf folgenden Conservirung oft noch vollkommen zusammenziehen. Je lebendiger das Thier noch ist, desto besser gelingt die Injection, und desto schwächer ist der Injectionsdruck, welchen man anzuwenden nöthig hat. Nach der Injection ist eine vorsichtige und nur allmähliche Überführung in die conservirende Flüssigkeit nothwendig, und doch ist es dem Zufall überlassen, ob sich darin das Thier zusammenzieht oder nicht; eine kleine Contraction findet meistens statt. Ich erwähne Alles dies hier desshalb so ausführlich, um mich vor dem Vorwurf zu schützen, »halbverfaulte« Thiere angewendet zu haben. Bei Thieren, die bereits gänzlich abgestorben sind, lassen sich meist nur die Arterien und Venen injiciren, während die feinen Capillaren und sinusartigen Bluträume, von denen später die Rede sein wird, leer bleiben und die größeren Gefäße bei Anwendung stärkeren Druckes platzen. Ganz frische und völlig contrahirte Thiere zu injiciren ist ein Ding der Unmöglichkeit, wie sich von selbst versteht. Dass man an den Thieren, welche in der oben beschriebenen Weise abgetödtet resp. dem Tode nahe gebracht worden sind, keine feinen histologischen Details mehr ergründen kann, ist ebenfalls klar, indessen sind die Gewebe und besonders die Muskeln noch so gut erhalten, dass man die Verhältnisse, auf die es uns hier ankommt, studiren kann. Besprechen wir nun

1. Die Wasserporen.

Aus den kritischen Betrachtungen von Fleischmann über die von Kollmann und Griesbach beschriebenen Wasserporen folgt, dass sie, falls sie überhaupt vorhanden sind, sowohl am ausgestreckten als auch am zusammengezogenen Fuße geschlossen sein müssen, daher nicht sichtbar sein können. Man wird sich also darüber wundern, dass ich nun doch Wasserporen gesehen haben will. Allein die Fleischmann'sche Kritik trifft nur solche Poren, welche direct mit dem Blutgefäßsystem in Verbindung stehen, während die im Folgenden beschriebenen Poren dies eben nicht thun, sondern in ein System von Räumen führen, welche von dem Blutgefäßsystem durch eine continuirliche, zellige Haut vollständig getrennt sind. Es ist klar, dass auch in diesem Falle die Wasserporen geschlossen sein müssen, sobald sich das Thier bewegt, weil im entgegengesetzten Falle das Wasser bei partieller Muskelcontraction durch die Poren entweichen würde und nicht durch Translocation zur Locomotion dienen könnte. Wenn sich das Thier dagegen im Ruhezustand befindet, so können die Poren offen stehen, und am contrahirten Fuße wird man mit

Digitized by Google

Sicherheit darauf rechnen dürfen, offene Poren zu finden. Man kann also erwarten, an den in oben beschriebener Weise abgetödteten Thieren zufällig einige Pori offen zu finden. In der That spielt der Zufall dabei eine Rolle, und ich habe mehrere Schnittserien anfertigen müssen, ehe ich wirklich offen stehende Pori gefunden habe. Man fürchtet vielleicht, dass es späteren Untersuchern der *Natica* eben so gehen würde, wie den Gegnern der Wasserporen von *Unio* und *Anodonta*, d. h. sie würden keine offenen Pori finden können; allein ich glaube, dass man auch an den meistens geschlossenen Poren sich dennoch von ihrer Existenz überzeugen kann, und will desshalb erst diese schildern.

Der vollständig ausgestreckte und geschwellte Fuß einer *Natica* lässt sich in eine vordere (Taf. 16 Fig. 3 *vf*) und eine hintere Region (*hf*) eintheilen. Sowohl erstere, der Vorderfuß, als letztere, der Hinterfuß, entsenden nach oben und hinten resp. vorn einen Lappen, welcher sich über die Schale schlägt, und beide zusammen bedecken dieselbe meist so, dass nur ein ziemlich kleiner Raum von ihr frei bleibt. Von dem »Schalenlappen« des Hinterfußes wird gleichzeitig der Deckel, welcher bei *de* liegt, mit verdeckt. Während der Schalenlappen des Hinterfußes glatt in den letzteren übergeht, setzt sich der obere Rand (*ro*) von dem Schalenlappen des Vorderfußes auf diesen noch eine große Strecke seitlich nach vorn als abgesetzter Rand bis zum unteren *vrs* fort, wo er mit dem unteren Rande (*ru*) des Vorderfußes zu einem einheitlichen Rande verschmilzt. Wenn wir von einer ausgestreckt conservirten *Natica* den größten Theil des Vorderfußes dicht vor der Schale abschneiden, so erhalten wir ein Bild, wie es Fig. 4 auf Taf. 16 wiedergiebt. In der Mitte sieht man über den Buchstaben w_1—w_4 vier große Räume und um dieselben herum eine Unzahl kleinerer, welche die von den Muskeln, Nerven und Adern freigelassenen Lücken einnehmen und mit den vier großen Räumen in Verbindung stehen. Jederseits sieht man den oberen (*ro*) und unteren Rand (*ru*) des Vorderfußes. Vergrößert man die eine Seite des Fußes stärker, so sieht man in Fig. 2, wie diese Räume von Muskeln kreuz und quer durchzogen werden, während gegen den oberen Rand hin ein straßenartiger Gang offen bleibt, welcher von spärlicheren, aber desto stärkeren Muskeln vorwiegend in ungefähr senkrechter Richtung durchsetzt wird. Dieser Gang lässt sich bis dicht an das Epithel verfolgen und grenzt, wenn nicht gerade ein Schließmuskel daselbst liegt, unmittelbar an dasselbe. Die beiden Fig. 15 und 18 auf Taf. 17 geben Skizzen solcher geschlossenen Poren.

Digitized by Google

In Fig. 18 sieht man einen Porus, der sich gerade zwischen zwei Schließmuskeln befindet, welche auf den vorhergehenden bez. nachfolgenden Schnitten liegen und demgemäß hier nicht abgebildet sind. Der stark geschrumpfte Flimmersaum (*fl*) hat sich von dem Epithel (*ep*) abgehoben und letzteres zeigt von außen her eine trichterförmige Einstülpung, welche dadurch zu Stande kommt, dass die Epithelzellen im Wasserporus an Größe abnehmen. Das von innen her an das Epithel herantretende subepitheliale Gewebe (*po*) bildet unter diesem Trichter eine Lücke und das Epithel selbst bietet dem äußeren Trichter gegenüber eine Einbuchtung dar, so dass die an der betreffenden Stelle liegenden Zellen sich nur mit einer kleinen Fläche berühren. Wenn hier kein Porus vorläge, so müsste man in dieser Verdünnung des Epithels, der Unterbrechung des subepithelialen Gewebes und der auf diesen Punkt gerichteten Straße entschieden eine unpraktische Einrichtung erblicken, da ja der geringste Blutdruck im Stande wäre, die schwache Verbindung zwischen den beiden Zellen zu lösen, und zwar würde er durch die Straße gerade auf diesen Punkt gerichtet werden. Fig. 15 zeigt die Skizze eines anderen Schnittes, der gerade durch einige Schließmuskeln geht. Der äußerste liegt genau unter dem Epithel an der Stelle, wo die von außen her kommende trichterförmige Einbuchtung sich befindet, während die anderen mehr oder minder senkrecht die nach dem Porus hinziehende Straße durchsetzen. Diese starken Muskeln, und vorzüglich der unter dem Epithel gelegene, deuten doch an, dass hier unter Umständen etwas abgeschlossen werden soll; nirgends im Fuße sieht man verhältnismäßig so starke Muskeln dicht unter dem Epithel verlaufen, wie gerade hier am oberen Rande des Vorderfußes. Man könnte vielleicht einwenden, sie dienten dazu, nöthigenfalls durch ihre Contraction bei eintretendem Blutdruck das gerade an dieser Stelle so dünne Epithel zu schützen. Dem müsste man aber entgegenhalten, dass dieser Zweck viel einfacher erreicht würde, wenn erstens das Epithel hier nicht so verdünnt wäre, wenn zweitens das subepitheliale Gewebe auch über diese Stelle sich hinwegzöge und wenn drittens die Muskeln nach dem oberen Rande des Vorderfußes hin sich eben so kreuzten wie an den anderen Stellen des Fußes und dem Blute nicht geradezu eine förmliche Straße eröffneten. Man vergleiche nur auf Taf. 16 Fig. 2[1] den oberen Rand des Fußes mit dem unteren, an welchem

[1] Der in Fig. 2 wiedergegebene Schnitt liegt zufällig auch wieder zwischen zwei Schließmuskeln, so dass man direct vor dem Porus keinen solchen sieht. Man vergleiche hierzu Fig. 5, welche den Schließmuskel deutlich zeigt.

Digitized by Google

sich keine Poren befinden, und wo wir eine gleichbleibende Epithellage, einen unregelmäßigen Muskelfilz und keine starken Muskeln so dicht unter dem Epithel haben. Legen wir einen Schnitt z. B. durch den Hinterrand des Hinterfußes (Taf. 17 Fig. 16, wo nur die Hauptsachen skizzirt sind), so finden wir allerdings auch einen straßenartigen Raum gegen den Rand gerichtet, aber das Epithel zeigt keine trichterförmige Einstülpung, das subepitheliale Gewebe zieht in hinreichender Stärke über den Rand fort und die starken Muskeln treten nicht so dicht an das Epithel, wie es bei dem oberen Rande des Vorderfußes der Fall ist.

Wenn ferner kein Porus an den oben geschilderten Stellen läge, so wäre es schwierig Bilder zu erklären, wie sie Fig. 17 zeigt. Wir sehen hier das Epithel mit einer verhältnismäßig breiten Fläche zusammenstoßen, aber zwischen dem Epithel und dem dahinter gelegenen Schließmuskel (*schlm*) befindet sich ein ungefähr dreieckiger leerer Raum (*x*), der von zwei Seiten eben nur von dem Epithel und an der dritten nur von dem mit seiner Scheide versehenen Schließmuskel begrenzt wird. Liegt aber hier ein Porus vor, so ist ein solches Bild selbstverständlich, wie aus einer Vergleichung mit Fig. 5 hervorgeht. Mustert man nun einige Serien von Schnitten durch den Vorderfuß von *Natica* durch, so wird man außer solchen Bildern noch unzählige andere erhalten, wo das Epithel bis auf den Schließmuskel klafft, und welche es zwar nicht stricte beweisen, aber es doch mindestens sehr wahrscheinlich machen, dass man es in der That hier mit Wasserporen zu thun hat.

Vom contrahirten Fuße ist es nicht sehr leicht, Schnitte zu erhalten, welche die Pori senkrecht durchschneiden, da das Epithel durch die bei der Contraction eintretende Raumverminderung gezwungen wird, Falten zu schlagen. In Fig. 19 auf Taf. 17 gebe ich einen solchen Schnitt als Skizze wieder. Der Flimmersaum ist hier (wie bei den meisten Skizzen, weil er meist sehr alterirt ist) nicht berücksichtigt. Das subepitheliale Gewebe ist schraffirt und die dunklen Punkte darin deuten die dem Porus zunächst liegenden und am meisten in die Augen springenden Kerne desselben an. Natürlich ist das letztere im Object so contrahirt, dass man die einzelnen Elemente nicht deutlich verfolgen kann. Das Epithel klafft hier weit aus einander, aber der Spalt setzt sich von den Rändern des Trichters aus (*b* und *c*) nicht nur durch das Epithel hindurch, sondern auch noch eine gute Strecke in das subepitheliale Gewebe hinein fort[1].

[1] Zufällig liegt auch dieser Schnitt zwischen zwei Schließmuskeln.

Digitized by Google

Zu der Annahme, dass hier eine Rissstelle vorliegt, geben die abgerundeten Ränder des Spaltes keine Veranlassung; man sieht nirgend durchgerissene Elemente (Muskeln etc.). Zur Sicherheit vergleiche man übrigens die Figg. 13 und 14.

Von den Poren, wie sie sich gelegentlich am ausgestreckten Fuße offenbaren, habe ich einen auf Taf. 16 Fig. 5 abgebildet. Alle wesentlichen Theile sind nach der Natur gezeichnet. Freilich ist dieser Schnitt leider in manchen Beziehungen wenig instructiv, da gerade hier die hinter dem Porus gelegenen Schließmuskeln so unregelmäßig verlaufen, dass die nach dem Porus führende Straße nicht deutlich genug hervortritt, aber ich habe diesen Schnitt absichtlich gewählt, weil er am besten den Porus selbst zeigt. Das Epithel klafft an der trichterförmigen Einsenkung weit aus einander und zeigt durch seine abgerundete Form deutlich genug, dass es sich hier nicht um ein Zerreißungsproduct handelt. Zudem spricht hiergegen auch die Zurückziehung an der Stelle, wo es oben und unten an den Schließmuskel grenzt. Denkt man sich das Epithel so genähert, dass es mit den einander zunächst liegenden Theilen zusammenstößt, so erhält man ein Bild wie Fig. 17. Direct unter dem Porus liegt ein doppelter Schließmuskel (*schlm*). Auf die hinter demselben gelegene Haut (*ih*) komme ich später (p. 453) zu sprechen, hier können wir uns dieselbe ruhig fortdenken, da ich eben so gut einen Schnitt hätte abbilden können, wo sie kaum sich von dem Muskel selbst abhebt, wie z. B. in Skizze 15. Die dunkle, rundliche Masse (*s*), welche außen vor dem Schließmuskel lagert, ist ein Schleimklumpen. Über das Verhalten des Epithels zu der die Wasserräume auskleidenden Membran giebt vorliegende Figur nicht genügenden Aufschluss, weil hier gerade der Schließmuskel beides von einander trennt; ich verweise desshalb auf Fig. 13 und 14 und das Schema Fig. 11. Die Epithelzellen hören, nachdem sie allmählich kleiner geworden sind (natürlich schwankt ihre relative Größe je nach dem Contractionszustande der benachbarten Theile), plötzlich auf, und an sie setzt sich direct eine dünne zellige Haut an, welche alle histologischen Elemente continuirlich überzieht und gegen die Wasserräume hin abgrenzt und deren Kerne den Elementen aufgelagert erscheinen. So gehört z. B. der Kern, welcher auf Taf. 16 Fig. 5 unter dem Schleimklumpen (*s*) dem Muskel von außen anliegt, dieser Haut an. Der Flimmerbesatz der Epithelzellen nimmt innerhalb der trichterförmigen Einstülpung allmählich an Höhe ab, um schließlich ganz zu verschwinden. Während das subepitheliale Gewebe fast überall im Fuß aus dem Filzwerk der feinsten Muskelaus-

Digitized by Google

läufer besteht, in welches die großen (im Gegensatz zu den becherförmigen) Schleimdrüsen mehr oder minder dicht und tief hineinhängen, treten letztere in der Nähe des Porus in den Vordergrund und bilden[1] ein mehr oder weniger ausgeprägtes Polster (*po*), welches bei dem Schließen der Pori eine nicht unwichtige Rolle spielt. Da die Größe der Pori je nach ihrem Offenstehen schwanken muss, so habe ich eine genaue Messung als zwecklos unterlassen; nur so viel will ich bemerken, dass von einigen Millimetern nicht die Rede sein kann. Der größte Porus, der mir zu Gesicht gekommen ist, ist in Fig. 15 abgebildet; seine Öffnung von oben nach unten beträgt 7,86 Mikromillimeter. Eben so kann ich aus leicht begreiflichen Gründen keinen Aufschluss darüber geben, in welcher Entfernung die Pori von einander liegen. Indessen habe ich durch meine Präparate den Eindruck erhalten, als ob man gar nicht von »Pori« bei *Natica* reden sollte. Ich bin vielmehr zu der Überzeugung gelangt, dass der ganze obere Rand des Vorderfußes von *ex* an bis zu dem ersten *vrs*, wo er mit dem unteren Fußrande verschmilzt, um den einheitlichen Vorderrand zu bilden, der Länge nach aufgeschlitzt ist und so eine Wasserspalte bildet. Die Schließmuskeln sind demgemäß auch keine kreisrunden Sphincter, sondern einfache bandförmige Muskeln, welche sich von der oberen Lippe der Spalte zur unteren erstrecken. Eine bestimmte Regelmäßigkeit in der Vertheilung dieser Muskeln scheint nicht obzuwalten, sie folgen indessen ziemlich dicht, ungefähr in einem Abstand von 16 Mikromillimeter, neben einander. Gleich hinter ihnen, nach dem Innern des Fußes zu, folgen dann in geringen Abständen noch weitere Muskeln (vgl. die Figuren), welche verschieden nahe an einander rücken und gelegentlich Doppelmuskel bilden, wie der Schließmuskel auf Taf. 16 Fig. 5. Der Übersichtlichkeit halber gebe ich in Fig. 11 ein Schema des Querschnittes durch die Wasserspalte, worüber man die Tafelerklärung vergleichen möge.

Nachdem wir nun die Poren besprochen haben, handelt es sich um den Nachweis, dass sie wirklich den Namen Wasserporen oder vielmehr Wasserspalte verdienen. Leydig ist der »Ansicht«, dass die von mir angekündigten Poren vielmehr der Wasserabgabe dienen, allein ich kann nichts finden, was ihn zu dieser »Ansicht« berechtigt, es müsste denn sein, dass er fürchtet, seine Theorie von den Inter-

[1] Wahrscheinlich betheiligen sich daran bindegewebige Schleimzellen, die sich an den vorhandenen Präparaten nicht gut von den nach allen Richtungen hin zerschnittenen Schleimdrüsen unterscheiden ließen.

Digitized by Google

cellularräumen könnte durch derartige Wasserporen etwas ins Schwanken gebracht werden. Um den verlangten Nachweis zu führen, dass die Wasserspalte bei *Natica* der Aufnahme von Wasser diene, könnte man die Thiere in Wasser mit suspendirten Farbstoffen legen, wie dies ja öfters geschehen ist, und dann die Lage der Farbepartikelchen studiren. Von vorn herein aber versprach ich mir wenig von derartigen Versuchen, in der Meinung, dass wenn *Natica* wirklich Wasser aufnimmt, schon Vorrichtungen vorhanden sein werden, welche das Eindringen von Fremdkörpern, seien sie auch noch so klein, verhindern. Natürlich dachte ich zunächst an den Schleim, welcher in so reichlicher Menge vom Fuße abgesondert wird und augenscheinlich auch eine ziemliche Menge des Farbstoffes bindet. Trotzdem legte ich eine Anzahl Exemplare in Wasser, in welchem chinesische Tusche, Berliner Blau oder Carmin suspendirt war. In ersterer wollten sich die Thiere ganz und gar nicht ausstrecken und auch in den beiden anderen Flüssigkeiten erst nach langem Zaudern. Wenn nun der Farbstoff überhaupt in die Wasserräume eingeführt werden konnte, so musste man bei der großen Quantität der aufgenommenen Flüssigkeit auch eine beträchtliche Menge von ihm daselbst wiederzufinden hoffen. Als daher die Thiere, nachdem sie eine Zeit lang im Farbwasser herumgekrochen waren, bei ihrer Herausnahme aus demselben und nach Entfernung des anhaftenden Schleimes auch bei durchfallendem Lichte so weiß und klar aussahen, wie scheinbar vorher, so habe ich mir gar nicht erst die Mühe genommen, sie zu conserviren und in Serienschnitte zu zerlegen. Später stellte ich den Versuch mit Carmin noch einmal an und musste zu meiner Überraschung bemerken, dass die Thiere eine schwache rothe Färbung verriethen. Sie entsprach aber weniger derjenigen des Carminpulvers, als vielmehr der tieferen Färbung des Wassers, welches dieses zeigte, wenn sich das Pulver abgesetzt hatte; und angestellte Proben thaten dar, dass sich ein guter Theil dieses Carmins in See- und Süßwasser vollkommen löste, mithin dieser Versuch nicht als ein reiner angesehen werden konnte. Derjenige Stoff, welcher die erste Gelegenheit hatte, in die Wasserspalte zu gelangen, war der schützende Schleim selber, und auf ihn lenkte ich denn auch meine Aufmerksamkeit. In der That fanden sich an vielen Stellen Schleimpfropfen in der trichterförmigen Einsenkung des Epithels der Wasserspalte und häufig lagen sie mit dem einen Ende der äußeren Seite des Schließmuskels unmittelbar an. Es handelte sich nun darum eine Stelle zu finden, wo dieser Schleim über den Schließmuskel hinaus in das

Digitized by Google

Innere des Fußes eingedrungen war, ein Vorgang, für welchen man wohl kaum eine andere Erklärung finden konnte, als dass er durch das hineinströmende Wasser mit hineingedrängt worden sei. In Fig. 13 und 14 habe ich zwei auf einander folgende Schnitte mit einem derartigen Schleimpfropfe abgebildet. In Fig. 13 steht die Spalte weit offen und man sieht den Schleimpfropf (*s*) als dunkel gefärbte Pyramide sich bis auf den Schließmuskel fortsetzen, indem er noch ein Stück zwischen die beiderseitigen Polster eindringt. Unter dem Schließmuskel sieht man bei s_1 ein dunkles Gebilde, dessen Natur anfänglich nicht recht erkannt werden konnte. In Fig. 14 ist der Schließmuskel nur noch unten an seinem äußeren Ende gestreift, und der Schleimpfropf setzt sich hier noch ein ziemliches Stück über die von dem Muskel im vorigen Schnitte eingenommene Stelle hinaus zwischen die Polster nach innen zu fort; zugleich geht aus seiner Gestalt hervor, dass das Gebilde s_1 der vorhergehenden Figur ein Theil seines unteren Zipfels ist[1]. Herr Fleischmann erhob mir gegenüber mündlich gegen diesen Schleimpfropf das Bedenken, dass es kein solcher, vielmehr ein Fetzen abgerissenes Gewebe aus dem Innern des Fußes sein möchte, welches bei dem Ausstoßen des Wassers von letzterem an diesen Ort transportirt sei; seine noch theilweise Lage im Innern des Fußes sei somit nicht befremdend. Es scheinen hierfür auch die Zellkerne zu sprechen, welche sich gerade bei diesem Exemplare zahlreich in den Schleimklumpen befinden und in Fig. 13 zu sehen sind. Allein eben so oft finden sich Schnitte, in denen die Schleimklumpen keine Kerne enthalten, wie z. B. gleich der nachfolgende Schnitt Fig. 14. Zudem zeigt die Gruppirung und vor allen Dingen die geschrumpfte Form der Zellkerne deutlich genug, dass sie nicht normale Bestandtheile des vorliegenden fraglichen Gebildes sind. Eine histologische Structur des letzteren ist überhaupt nicht wahrzunehmen, sondern man sieht z. B. in Fig. 14 nichts als eine gleichmäßig schwach körnige Masse, so dass es unmöglich ist, dieses Gebilde mit irgend einem Theile des Fußgewebes in Zusammenhang zu bringen. Die einzigen Gewebstheile des Fußes, welche überhaupt eventuell abgerissen werden könnten, wären Stücke des Polsters, welche aber sofort als solche zu erkennen wären; man vergleiche hierzu die Figuren. Überdies zeigt der Fuß im Innern keinerlei

[1] Die gleichnamigen Polstertheile sind in den beiden Figuren mit denselben Zahlen bezeichnet. Die Wasserstraße würde, wenn die Polster hier nicht ziemlich geschlossen wären, zwischen 1, 2 und 3 einerseits und 4 und 5 andererseits sichtbar sein.

Digitized by Google

Verletzung, und was endlich die Hauptsache ist, die fraglichen Gebilde besitzen ganz dieselbe Beschaffenheit wie der Schleim an anderen Stellen des Fußes, wo seine Natur als solcher über allem Zweifel erhaben ist. Übrigens unterscheidet sich dieser Schleimpfropf schon durch seine Färbung von den Geweben des Fußes, da er in alkoholischem Carmin einen etwas bläulichen Ton annimmt. Das Vorkommen von Kernen in ihm ist folgendermaßen zu erklären. Bei der Contraction, welche eintrat, als das betreffende Thier aus dem Sandbecken genommen wurde, platzte irgend wo ein Gefäß und es gelangten so Blutkörperchen in das Schwellungswasser und blieben beim Ausstoßen des letzteren in dem den Fuß umgebenden Schleime hängen. Als nun das Thier sich in der Glasschale, in welche es behufs allmählicher Abtödtung gelegt wurde, wieder schwellte, wurde der Schleim mitsammt den Blutkörperchen in die Wasserspalte eingesogen, blieb dort haften und erlitt durch den Alkohol eine Schrumpfung, so dass er nicht mehr die ganze Spalte ausfüllt, sondern von deren Wandungen mehr oder minder absteht. Die Schleimfetzen, welche in Fig. 13 und 14 abgebildet sind, sind übrigens verhältnismäßig sehr klein; meist übertrifft die außerhalb der Spalte befindliche Masse das innerhalb derselben gelegene Stück um das Vielfache. Schon dieser Umstand spricht übrigens gegen den Einwand FLEISCHMANN's. Wären nämlich die zahlreich vorhandenen Schleimpfropfen keine solchen, sondern Gewebetheile aus dem Innern des Fußes, so wäre es unerfindlich, warum die Hauptmasse der Gebilde immer außerhalb des Fußes und nur ein verschwindend kleiner Theil innerhalb der Spalte liegt und noch dazu fast immer an der Außenseite des Schließmuskels aufhört. Man müsste um so mehr erwarten, auch gelegentlich größere Mengen dieses Pfropfes innerhalb des Fußes zu finden, als die Schnitte von einem Thiere stammen, dessen Fuß ausgestreckt conservirt war, welcher also die Schwellungsflüssigkeit noch in sich hatte und demgemäß auch keine Gewebe so vollständig herausgespritzt haben konnte. Im Übrigen hat auch Herr FLEISCHMANN diesen Auseinandersetzungen gegenüber seinen Einwand fallen lassen.

2. Die Wasserräume.

a) Die Wasserräume selbst.

Alle Räume im Fuß, welche von Muskeln, Nerven, Adern und Drüsen freigelassen werden, sind Wasserräume, welche natürlich je nach der Dichtigkeit der Lage genannter histologischen Elemente eine

Digitized by Google

verschiedene Größe haben, die aber gegen das Epithel hin abnimmt. Desgleichen ist ihre Gestalt sehr mannigfach. Man kann indessen einige canalartige Räume unterscheiden, welche den Fuß von vorn nach hinten durchziehen und bei der schnellen Translocation des Schwellwassers eine bevorzugte Rolle spielen müssen. Natürlich sind diese Canäle nicht mit geschlossenen Wandungen versehen, sondern stehen mit den anliegenden kleineren Wasserräumen eben so in Communication, wie diese wieder mit ihren Nachbarn; nach dem vorderen und hinteren Ende des Fußes zu lösen sie sich in unregelmäßige Maschenräume auf. Wie man in dem Schema Fig. 24 sieht, besteht dieses System von größeren Canälen zunächst aus einem Quercanal (*q*), welcher ungefähr direct unter dem Centralnervensystem liegt, und aus zwei für den Hinterfuß (*hf*) und sechs für den Vorderfuß (*vf*) bestimmten Längscanälen. Die Canäle des Hinterfußes lassen sich nicht weit als solche verfolgen und lösen sich bald in das Maschenwerk auf; ein jeder von ihnen giebt nach oben einen Ast für den hinteren Schalenlappen (*wks*) ab. Von den sechs Canälen des Vorderfußes entspringen jederseits die beiden lateralsten mit gemeinsamer Wurzel (1 und 4) aus dem Quercanal, und von dieser Wurzel geht jederseits ein Canal nach oben in den vorderen Schalenlappen (*wvs*). Von den beiden seitlichsten Canälen geht die Straße nach der Wasserspalte des oberen Vorderfußrandes ab; allerdings hat diese Straße im Vergleich zu den eben geschilderten Hauptcanälen ein so geringes Lumen, dass sie bei der nur schwach vergrößerten Abbildung Fig. 4 nicht zu sehen ist. Letztere Figur zeigt die Durchschnitte der beiden mittelsten Canäle (w_2 und w_3) und der Wurzel (w_1 und w_4) der beiden lateralen Canäle jederseits. Nach hinten zu sieht man die beiden Canäle des Hinterfußes abgehen; der querliegende Canal ist aus leicht begreiflichen Gründen in dieser Figur nicht deutlich sichtbar. Über die kleineren Wasserräume, welche sich bis dicht unter das Epithel erstrecken, geben sowohl diese Figur wie die Figg. 2, 5 und 9 Aufschluss. Die Wasserräume finden sich nur im Fuße und seinen Adnexen, lassen dagegen den übrigen Körper frei, wie sich aus der Beschaffenheit des Circulationssystems ergiebt.

b) Verhalten der Wasserräume zu dem Blutgefäßsystem.

Man betrachtet das Blutgefäßsystem der Mollusken, mit Ausnahme der Cephalopoden, welche in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt werden, fast allgemein als offen. In der That kann man besonders an durchsichtigen Schnecken sehr gut beobachten,

Digitized by Google

dass die Arterien offen enden, indem ihre Wandungen vorher meist schon einige Löcher zum seitlichen Austritt des Blutes aufweisen, wie das von GEGENBAUR, LEYDIG u. A. beschrieben ist. Eigentliche Venen sind nicht vorhanden, vielmehr nur venöse Räume, in welche das Blut geräth, nachdem es die Arterien verlassen hat. So kommt es, dass bei Injection z. B. einer *Aplysia*, *Helix* oder auch einer Muschel fast das ganze Thier, so weit es die Contractionen einzelner Theile zulassen, von der Injectionsmasse gefüllt wird. Ganz anders aber *Natica*. Die Resultate der Injection sind hier sehr verschieden, je nach dem Grade des Absterbens, in welchem sich das zur Operation benutzte Exemplar befindet. Ist es bereits gänzlich abgestorben, so füllen sich, falls das Thier überhaupt ausgestreckt ist, wie bereits erwähnt, meist nur fünf große Längsgefäße des Vorderfußes und einige kleinere, von ihnen abgehende Gefäße. Fig. 10 auf Taf. 17 giebt ein Schema der Vertheilung der Hauptgefäße im Fuße von *Natica*. Im Hinterfuße sind sie nicht bis ans Ende gezeichnet, weil sie kein besonderes Interesse bieten[1]. Die Arteria cephalo pedalis (*ao*) gabelt sich, wenn wir von den Gefäßen, welche den Kopf und seine Adnexe versorgen, absehen, in zwei Arterien (a_1 und a_2), welche durch den Vorderfuß nach vorn laufen. Kurz nach der Gabelung entsendet jeder Ast einen solchen nach hinten in den Hinterfuß. Alle vier Äste (in der Figur schwarz gehalten) geben je einen Zweig in den vorderen, bezüglich in den hinteren Schalenlappen ab. Die Fig. 10 zeigt das Gefäßsystem, wenn die Lupe gerade auf die Ebene eingestellt wird, in welcher diese Hauptgefäße liegen; diese geben weder rechts noch links Zweige ab. Erst an der Stelle, wo die Äste für den Vorderrandsinus (*vrs—vrs*) abgehen, beginnt eine Verzweigung, und auch hier ist diese nur einseitig, da die betreffenden Äste alle nur von der Außenseite der Arterien abgehen. Der Vorderrandsinus nimmt die Spitze des Vorderfußes ein und fängt jederseits an der Stelle an, wo sich der obere und untere Rand des Vorderfußes vereinigen. Er wird bei völlig abgestorbenen Thieren

[1] Aus demselben Grunde sind in der Zeichnung die Adern weggelassen, welche den vorderen und hinteren Schalenlappen versorgen.

Eine sehr einfache Weise, sich das injicirte Gefäßsystem anschaulich zu machen, besteht darin, dass man das ganze Thier, vielleicht mit abgeschnittenem Eingeweidesacke, gut entwässert und dann in ein Öl mit starkem Brechungsindex, z. B. Cedernöl legt. Weil der Fuß von *N. josephina* kein dunkles Pigment enthält, so werden alle Gewebe vollkommen durchsichtig, und das Gefäßsystem zeigt sich so deutlicher, als es durch irgend eine manuelle Präparation geschehen könnte.

Digitized by Google

meist nur sehr unvollständig oder gar nicht injicirt, was wohl darin seinen Grund haben mag, dass das im Tode geronnene Blutplasma von der Injectionsmasse in denselben hineingetrieben wird und so die Lücken zwischen den Geweben verstopft. Aber gerade diese mangelhaften Injectionen lassen das Verhältnis der Gefäße zu ihm am besten erkennen. Man sieht nämlich, dass die Endzweige der Arterien die hintere Grenzmembran (*ihvrs*) dieses Vorderrandsinus durchsetzen und sich innerhalb desselben dendritisch verzweigen. Das Blut, welches aus den arteriellen Endästchen strömt, füllt zunächst den Vorderrandsinus und kehrt aus diesem durch die Venen (v_1, v_2, v_3) (in der Figur weiß gehalten) zurück. (Welche Gefäße Arterien oder Venen sind, sieht man am einfachsten, wenn man an einem ausgestreckt conservirten Thiere vorsichtig die obere Decke des Vorderfußes abträgt und durch die A. cephalopedalis Luft einbläst. Diese strömt in den Gefäßen *a* nach vorn zu dem Randsinus und kehrt durch die Gefäße *v* von dort zurück.) Die venösen Endästchen verzweigen sich nicht in dem Vorderrandsinus, dringen überhaupt nicht in denselben ein, sondern ihre Wandungen sind die unmittelbare Fortsetzung der hinteren Grenzwand dieses Sinus, worauf ich unten p. 460 noch einmal zurückkommen werde. Die venösen Zweige für den Vorderrandsinus gehen von den beiden äußeren Venen (v_1 und v_3) ebenfalls nur von deren Außenseite ab, während die mittlere Vene (v_2) ungefähr nach beiden Seiten gleichmäßig ihre Zweige abgiebt. Die drei Venen, welche während ihres Verlaufes durch den Fuß ebenfalls keinerlei Äste in horizontaler Richtung, mit Ausnahme der für den Vorderrandsinus bestimmten, abgehen lassen, vereinigen sich ungefähr an der Stelle, wo der querliegende Wasserraum sich befindet, also unter dem Centralnervensystem, zu einem gemeinsamen Stamme, über dessen Mündung (*fv*) ich unten p. 452 berichte. Aus dem Hinterfuß kommen ebenfalls drei Venen, von denen die beiden seitlichen in die entsprechenden Venen des Vorderfußes einmünden, ehe sich diese mit ihrer Mittelvene vereinigen. Die Mittelvene des Hinterfußes mündet direct in den gemeinsamen Venenstamm von unten her ein. Die Venen der Schalenlappen habe ich nicht weiter berücksichtigt.

Während, wie bereits gesagt, Arterien und Venen in horizontaler Richtung keinerlei Äste abgeben, mit Ausnahme der für den Vorderrandsinus, so geschieht dies um so reichlicher in mehr oder minder schräger Richtung nach der Ober- und Unterseite des Fußes (vgl. das Schema Fig. 12). Diese Zweige sind ziemlich stark, verästeln sich

Digitized by Google

baumförmig, verbinden sich schließlich dicht unter dem Epithel mit ihren feinsten Ausläufern unter einander und bilden so ein zierliches Capillarnetz (vgl. Fig. 21; in der Mitte ist die Injection ausgeblieben, die arteriellen Ästchen sind mit *a*, die venösen mit *v* bezeichnet). In dem Schema Fig. 12 eines Schnittes durch den Vorderfuß ist die Gefäßverzweigung nur im linken oberen Theile angegeben; es versteht sich von selbst, dass sie in den anderen Theilen des Fußes die gleiche ist. Bei gänzlich abgestorbenen Thieren füllen sich durch die Injection nur einige von diesen nach oben und unten zu gerichteten Gefäßen, das Capillarnetz allerhöchstens an sehr wenigen Stellen. Will man dieses injiciren, so muss man den richtigen Moment abpassen, ehe der Tod eintritt. Injicirt man Thiere, die noch so viel Lebenskraft besitzen, dass sie (wenn auch nur sehr langsam) noch reagiren, wenn man sie aus dem Meerwasser in Süßwasser legt, so wird das ganze Thier auf der Oberfläche in dem Augenblick blau, in welchem man die Injection wirken lässt, und man kann mit einer schwachen Linse das zierliche Capillarnetz sich anschaulich machen. Leider contrahiren sich diese Thiere während der Conservirung meist vollständig, wodurch die Einzelheiten unkenntlich werden.

Öffnet man den vorderen Theil der Leibeshöhle von *Natica*, in welchem der Oesophagus nebst Buccalmasse, Speicheldrüse und das Centralnervensystem liegt, so erblickt man nach Entfernung des Oesophagus und der enormen Speicheldrüse (Taf. 16 Fig. 1) in der rechten seitlichen und unteren Wandung zwischen starken, kurzen, ungefähr senkrechten Muskeln einige rundliche Löcher, die in einen Blutraum führen, welcher auf dieser Seite der vorderen Körperhöhle hinzieht. In Fig. 7 ist dieser Raum von der rechten Seite her geöffnet dargestellt (von *o* bis *fv*). Man sieht auch hier, natürlich links davon, die kurzen senkrechten Muskeln, welche ihn von der vorderen Körperhöhle trennen, und dazwischen die Communicationslöcher zwischen beiden. Bei *fv* führt ein Loch in die Tiefe, und zwar ist dieses die Mündung des gemeinsamen Stammes der Fußvenen (vgl. Fig. 10 *fv*). Bei *o* befindet sich abermals eine Communicationsöffnung der vorderen Körperhöhle und des Venenraumes, welche den Oesophagus nach hinten durchtreten lässt. Sowohl diese Öffnung als auch die Löcher zwischen den trennenden senkrechten Muskeln können durch Muskelcontraction geschlossen werden; alsdann nimmt das aus dem Fuße zurückkehrende Blut seinen Weg an der vorderen Körperhöhle entlang, ohne sich mit dem aus der letzteren kommenden Blute zu mischen oder gar in diesen selbst einzutreten, und strömt in den

Digitized by Google

hinteren Körperraum. Aber auch dieser Weg kann ihm noch versperrt werden, wenn die Schließmuskeln der Öffnung (bei *d*), durch welche der Oesophagus in den hinteren Körperraum tritt, sich contrahiren. Es ergiebt sich also, dass dem aus dem Fuße zurückkehrenden Blute der Eintritt in den übrigen Kreislauf verwehrt werden und so seine Stauung im Fuße veranlasst werden kann.

Mit der Schilderung dieses gegen die Wasserräume geschlossenen Systems von Gefäßen haben wir aber diejenige des Blutkreislaufes im Fuße noch nicht erschöpft. Wie man in dem Schema Fig. 12 sieht, streben die Äste der Arterien und Venen unter baumartiger Verzweigung direct dem Epithel zu, ohne unterwegs Äste an die so reichlich entwickelte Musculatur (vgl. Taf. 16 Fig. 4) abzugeben. Dies muss um so mehr auffallen, als die in den Hauptwassercanälen aufgehängten Nervenstämme ihre eigenen Gefäße erhalten. Obgleich diese Nervenstämme direct in den Wassercanälen hängen, so sind sie doch nicht mehr als die Muskeln dem Einflusse des umgebenden Wassers ausgesetzt, denn erstlich werden die Zwischenräume zwischen den Muskeln, von denen ja die stärksten gleichfalls unmittelbar die großen Wassercanäle umgrenzen, ebenfalls von Wasser erfüllt und zweitens werden die Nerven mitsammt dem sie umgebenden Adernetze (vgl. Fig. 23) noch von einer besonderen geschlossenen Hülle umgeben und so gegen die etwa schädliche Einwirkung des Wassers geschützt[1]. Wenn nun auch anzunehmen ist, dass die Nerven eine bessere Ernährung als die Muskeln nöthig haben, so müssen doch auf irgend eine Weise auch letztere mit dem Blute in nähere Berührung kommen. Bei dem Durchmustern der einen Serie stieß ich wiederholt auf Stellen, wo die Muskeln theilweise selbst injicirt zu sein schienen, nicht etwa die Zwischenräume zwischen ihnen, welche vollkommen leer waren. Es ist nun klar, dass ein Muskel nicht injicirt werden kann, und quergetroffene Muskeln zeigten denn auch, dass ihre Blaufärbung von einem eben so gefärbten, sie concentrisch umgebenden Ringe herrührte. Die Muskeln liegen also in einem allerdings nur sehr dünnen Blutsinus, welcher gegen die Wasserräume hin durch eine zarte continuirliche Membran abgegrenzt ist. Diese Grenzmembran (*ih* der Figuren) ist nicht etwa ein

[1] Der Hauptnerven sind ursprünglich jederseits nur zwei, von denen der laterale sich jedoch entsprechend den Wassercanälen gabelt, so dass in jeden der sechs Wassercanäle ein Nerv zu liegen kommt. In der Spitze des Fußes vereinigen sie sich wieder, indem sie ein rautenförmiges Maschenwerk bilden, dessen Knotenpunkte von Ganglien eingenommen werden.

Digitized by Google

bloßes Abscheidungsproduct, sondern ist aus Zellen aufgebaut, deren Kerne man zahlreich den histologischen Elementen aufliegen sieht. Eine Verwechslung dieser Kerne mit den Kernen der Muskelfasern z. B. ist ausgeschlossen, da letztere nicht nur bedeutend größer als die ersteren sind, sondern auch bekanntlich bei den Mollusken innerhalb der Muskelzellen liegen; außerdem trifft man die Kerne der Grenzmembran gelegentlich zwischen zwei Gabelästen einer Muskelfaser an (vgl. Taf. 16 Fig. 9 bei *g*). Fig. 9 giebt eine schematisirte Darstellung des Verhaltens der Grenzmembran, jedoch ist letztere nur in der oberen Hälfte der Figur vollständig gezeichnet. Sie lässt sich an der Hand ihrer Kerne über alle histologischen Elemente des Fußes verfolgen. Wo zwei von ihnen sich besonders nahe kommen, oder an Kreuzungs- resp. Gabelungsstellen von Muskeln gelingt es die Haut selbst zu beobachten, wie sie sich über die zwischen den einzelnen Elementen gelegenen Winkel hinwegspannt. Da, wo mehrere Muskelbündel an einander gelagert zusammen in einer Richtung verlaufen, ist der von der Grenzmembran um sie gebildete Sinus meist ein gemeinsamer und dann gelegentlich nur einseitig injicirt (*mb*). Bisweilen spannt sich auch zwischen den Blutsinusen zweier Muskeln eine Brücke der Grenzhaut aus, welche natürlich hohl ist und, da sie ebenfalls injicirt ist, als ein schwach bläulicher Faden erscheint (*f*). Es bedarf kaum der Erwähnung, dass auch die Drüsen mit einem ähnlichen Sinus umkleidet sind; man sieht oben in der Figur, wie ein solcher einseitig injicirt ist. Alle diese Sinuse communiciren besonders an den Kreuzungsstellen mit einander. Unter dem Epithel geht die Grenzhaut von einem Elemente auf das andere über und bildet so unter ihm einen fortlaufenden Epithelsinus (vgl. die Figur). Man kann sich am besten den ganzen Complex dieser Sinuse verständlich machen, wenn man sich zunächst nur das Epithel und den unter ihm gelegenen, durch die Grenzmembran gegen die Wasserräume abgeschlossenen Epithelsinus vorstellt. Nun lasse man von dem Epithel aus Muskeln und Drüsen hervorwachsen und diese die Grenzhaut überall vor sich hertreiben. Die Continuirlichkeit der Grenzmembran lässt sich natürlich nicht ad oculos demonstriren, da sie den Elementen meist so dicht anliegt, dass nur ihre Kerne sichtbar sind. Für mich genügen als Beweis dafür die Injectionsbilder, denn ich kann nicht einsehen, warum im entgegengesetzten Falle die Injectionsmasse den Sinus unter dem Epithel füllen und sich noch weit in den Fuß hinein, allerdings dem engen Raume der betreffenden Sinuse entsprechend nur als ein zarter blauer Anflug der Muskeln etc.,

Digitized by Google

erstrecken sollte, ohne dass auch nur eine Spur von ihr in die Lücken zwischen denselben eindringen sollte. Ein Extravasat, welches als solches hier leicht erkennbar sein würde, lässt sich an den injicirten Stellen nirgends nachweisen; es würde ungefähr den Anblick gewähren, wie es in Fig. 8, welche den injicirten Vorderrandsinus darstellt, zu sehen ist. Wäre die Grenzmembran nicht continuirlich, sondern stellenweise durch Löcher unterbrochen, so würde die Injectionsmasse sicherlich eher die bequemeren Wege in den Wasserräumen zwischen den Muskeln aufsuchen, als sich in die feinen Sinuse um die Muskeln etc. hineinzupressen. Wir haben schon anfänglich dieses Verhalten als Postulat aufgestellt, denn wie sollten die Muskeln ernährt werden und wo sollten die Schleimdrüsen die Stoffe zur Schleimsecretion hernehmen, wenn sie statt vom Blute von Wasser umspült würden? Endlich ist ein Verhalten, wie das geschilderte, gar nicht so absonderlich, da ein ähnliches System von Sinusen sich überhaupt bei allen mit dichterem Gewebe ausgestatteten Mollusken vorfinden muss. Wenn die Adern in den dichteren Geweben einfach offen endigten, so würde das Blut niemals in alle die feinen Lücken und durch den feinen, unter dem Epithel gelegenen Muskelfilz (die mitunter unpassenderweise sogenannte Lederhaut) bis an dieses selbst dringen, sondern es würde sich mit Nothwendigkeit die bequemeren Wege durch die großen Maschen aufsuchen. Allerdings muss hier die Grenzhaut, nachdem sie das Blut bis an das Epithel geleitet hat, Löcher erhalten resp. discontinuirlich werden, damit das Blut durch die größeren Maschen wieder zurückkehren kann. Leydig (1) hat ähnliche Verhältnisse beschrieben. In derselben Arbeit lässt er die in die Tiefe ragenden Kalkdrüsen (Taf. 16 Fig. 43 und Taf. 14 Fig. 31 und 28) mit einem mesodermalen Zellnetze in directe Verbindung treten, was mir aber schon von jeher, ehe ich mich mit dem vorliegenden Thema beschäftigte, sehr unwahrscheinlich vorkam. Ich kann nicht recht einsehen, zu welchem Zwecke Hautdrüsen, welche sich doch aller Wahrscheinlichkeit nach durch Einstülpung vom Epithel her in die Tiefe bilden, mit mesodermalen Zellnetzen in Verbindung treten sollen, wenn sie vom Blute, aus dem sie doch wohl ihr Secret absondern, direct umgeben werden. Eben so wenig kommt es mir wahrscheinlich vor, dass solche Drüsen einen Vortheil davon haben sollten, wenn sie unterhalb des Epithels unter sich directe Verbindungen eingehen, wie es Leydig's Fig. 31 auf Taf. 14 angiebt. Vergleicht man aber damit meine Fig. 9 auf Taf. 16, so sieht man dort zwei nach der Natur gezeichnete Drüsencomplexe, welche das-

Digitized by Google

selbe Verhalten darbieten. Indessen muss man sich doch jeden der beiden Complexe aus eben so viel gesonderten Drüsen zusammengesetzt denken, als Ausführungsgänge vorhanden sind; die Verschmelzung ist nur eine scheinbare, indem die einzelnen Drüsen durch die sie umgebende Grenzmembran so eng an einander gerückt sind, dass sie ein gemeinsames Ganze zu bilden scheinen. Entscheiden lässt sich diese Vermuthung an den vorliegenden Präparaten nicht, aber von einem Theile der Kerne sieht man deutlich, dass sie den Drüsen nur aufliegen und nicht Drüsenzellen angehören. Ich glaube, LEYDIG's Angaben sind in demselben Sinne zu deuten.

Auf welche Weise die feinsten Capillaren mit diesem System von Sinusen communiciren, ist sehr schwer zu entscheiden. Dies könnte nur an den Stellen deutlich erkannt werden, wo die Injectionsmasse eben in diese Sinuse eingedrungen ist, aber gerade dort ist sie nun durch die injicirten Elemente verdeckt. Außerdem streichen die Capillaren meist so dicht über den oft zu einem Minimum reducirten Epithelsinus hin, dass man keine deutlichen Bilder erhält, doch will es mir scheinen, als ob die Communication so stattfindet, wie ich es bei *com* in Fig. 9 dargestellt habe. Der Epithelsinus ist natürlich nicht so breit, wie ich es in der schematisirten Figur der Deutlichkeit halber gezeichnet habe. Eine Communication der Gefäße mit den Sinusen um die Muskeln etc. (der Kürze halber Gewebesinus genannt) habe ich nirgends entdecken können, und an den Stellen, wo der Gewebesinus injicirt ist, geht die Injection vom Epithelsinus aus.

Gegen die im Vorhergehenden beschriebenen Blutbahnen könnte man zwei Einwürfe erheben. Erstlich dürfte es unwahrscheinlich vorkommen, dass außer den arteriellen Wegen zweierlei verschiedene Bahnen für das zurückströmende venöse Blut, die eigentlichen Venen einerseits und der Epithel- und Gewebesinus andererseits, vorhanden seien. Wenn, wie oben angegeben, die Arterien mit den Venen direct durch ein System von Capillargefäßen in Verbindung stehen, so ist nicht ohne Weiteres einzusehen, warum das Blut nicht sich lediglich die bequemeren Wege durch die Venen aussucht, anstatt sich durch den Epithel- und Gewebesinus hindurchzupressen. Dem gegenüber muss nun aber noch hervorgehoben werden, dass der Weg durch die beiden letztgenannten Sinuse der hauptsächlichste sein muss, denn wenn das Blut von den Arterien durch die Capillaren direct in Venen zurückkehrte, so würde es mit keinen Elementen (mit Ausnahme der Nerven) in nähere Berührung treten, sondern lediglich durch Wasser-

Digitized by Google

räume streichen und so eigentlich seinen Zweck verfehlen. Betrachten wir, um diese Behauptung näher zu begründen, das Gefäßsystem in den beiden seitlichen Fußtheilen, den sog. Flügeln, von *Tiedemannia* oder *Cymbulia*, jenen durchsichtigen Pteropoden, wo man die Adern am lebenden Thiere sehr leicht verfolgen kann. Da stellt es sich denn heraus, dass die Gefäße hier lediglich Arterien sind, Venen dagegen fehlen. Wie strömt nun das Blut aus dem Fuß wieder zurück? In den Wandungen der Gefäße, welche sich unter stets abnehmendem Lumen bis ganz in die Nähe des Flügelsaumes verfolgen lassen, trifft man keine Löcher an, durch welche es austreten könnte. Zudem würde dies ihm auch gar nichts nützen, da das Innere des Fußes von einer Gallerte ausgefüllt ist und so den Rückweg des Blutes verhindert. Die einzige Möglichkeit, welche dem Blute offen bleibt, ist seine Wanderung durch den Raum, welcher sich unter dem Epithel befindet und in welchem dicht unter letzterem die starken Muskeln zur Bewegung des Flügels liegen. Dieser Raum, in welchen das Blut nur gelangen kann, nachdem es von den Arterien bis in den Flügelrand geleitet worden ist, wird gegen die centrale Gallerte durch eine Membran abgegrenzt. Zu diesem Ergebnisse war ich gelangt, schon bevor ich mir meine Theorie über die Blutwege bei *Natica* gebildet hatte, so dass ersteres nicht etwa unter dem Einflusse der letzteren entstanden ist und mit desto größerem Rechte als Beweismittel hier herangezogen werden darf. Man setze nun statt der Gallerte die Wasserräume ein und lasse die Muskeln sich vom Epithel entfernen und die sie von der Gallerte trennende Grenzmembran vor sich hertreiben, so hat man die Verhältnisse, wie sie bei *Natica* vorliegen. Wo dieser Gewebesinus bei *Tiedemannia* sowohl wie bei *Natica* mündet, habe ich bis jetzt noch nicht gefunden, hoffe aber in dem dritten Theile meiner Untersuchungen über die Wasseraufnahme, welcher das Blutgefäßsystem der Mollusken überhaupt zum Gegenstande haben soll, darüber berichten zu können.

Aus physiologischen Gründen ist anzunehmen, dass ein regelmäßiger Blutstrom durch den Gewebesinus streicht. Wozu nun also bei *Natica* die besonderen und so starken Venen? Wenn der Weg durch den Epithel- und Gewebesinus der einzige wäre, welcher bei einem etwaigen Einziehen des Fußes dem Blute offen stände, so würde das Einziehen, entsprechend dem geringen Lumen des Epithel- und Gewebesinus, nur äußerst langsam erfolgen können und bei einer etwas starken Contraction der Fußmuskeln ein Zerreißen der Grenzmembran und damit ein starker Blutverlust unvermeidlich sein. Hier

Digitized by Google

treten nun die Venen ein, indem die große Menge des in den arteriellen Gefäßen enthaltenen Blutes direct durch sie unter Vermittelung der Capillaren zurückströmen kann. Dafür aber, dass das Blut sich nicht immer diesen bequemeren Weg aussucht, dürften die Muskeln sorgen, welche, wie wir oben p. 452 gesehen haben (vgl. Taf. 16 Fig. 1 und 7), die Venen sowohl gegen den vorderen als gegen den hinteren Körperraum absperren können. Freilich darf diese Absperrung keine gänzliche oder permanente sein, wie wir sogleich sehen werden.

Als zweiten Einwand gegen ein regelmäßiges Strömen des Blutes durch den Epithel- und Gewebesinus könnte man geltend machen, dass das Lumen dieser Sinuse viel zu eng sei, um den Blutkörperchen den Durchgang zu gestatten, zum mindesten aber bald von ihnen verstopft werden würde. In der That, wenn man die hier und da in den Adern anzutreffenden Blutkörper mit jenen Bahnen vergleicht, so ist dieser Einwurf berechtigt und es ist mir auch niemals gelungen, Blutkörper in ihnen zu erblicken. Aus beiden Gründen folgere ich also, dass Blutkörper in Wirklichkeit nicht in die beiden Sinuse eintreten. So sonderbar dies auf den ersten Augenblick erscheinen möchte, so lässt es sich doch nachweisen, dass in der That in gewissen Theilen des Molluskenkörpers nur die Blut*flüssigkeit* kreist. Es ist gelegentlich schon von anderen Forschern die Bemerkung gemacht worden, dass larvalen Stadien die Blutkörperchen überhaupt noch fehlen, und ich selbst habe zu meinem Missbehagen, als ich den Kreislauf bei jungen Pteropoden beobachten wollte, bemerken müssen, dass z. B. *Creseis* eine ziemliche Größe erreichen kann, ehe sich flottirende Blutkörper in ihr beobachten lassen. Einen mit *Natica* aber ganz analogen Fall finden wir wieder bei *Tiedemannia*. Hier werden die Arterien, welche die Flügel durchziehen, auf ihrem Wege nach dem Rande schließlich so eng, dass an ein Passiren der Blutkörperchen nicht mehr zu denken ist. Wenn man nun mehrere Stunden hindurch die Arterien im Auge behält, so wird man in der That *niemals* ein Blutkörperchen in sie eindringen sehen. Dieser Umstand lässt natürlich nach einem Apparate suchen, welcher die Blutkörperchen zurückhält, und ich habe auch eine siebähnliche Membran im Circulationssystem bei *Tiedemannia* gefunden, bin mir aber über ihre näheren Beziehungen noch nicht klar geworden. Bei *Natica* scheint das Eindringen der Blutkörper in den Epithel- und Gewebesinus dadurch verhindert zu werden, dass die Öffnungen zwischen dem Epithelsinus und den Capillaren zu eng sind, um Blutkörper passiren zu lassen. Diese müssen vielmehr durch die Venen ihren

Digitized by Google

Weg zurücknehmen; es muss daher der Verschlussapparat der Venenmündung immer ein wenig offen bleiben oder auch sich von Zeit zu Zeit öffnen, um die Blutkörperchen durchzulassen.

c) Vorderrandsinus.

Von der Ausdehnung des Vorderrandsinus kann man sich nach Fig. 10 eine Vorstellung machen; Taf. 16 Fig. 8 bietet einen schematischen Querschnitt von ihm. Zum größten Theil ist er von jenen polsterartigen Drüsen oder Schleimzellen ausgefüllt und das ihn überdeckende Epithel lässt an der Spitze deutlich eine Scheidung in eine obere und eine untere Hälfte erkennen, welche sich ziemlich scharf gegen einander absetzen. Dies wird dadurch veranlasst, dass ein starker Nerv dicht an das Epithel herantritt, welches an dieser Stelle aus schmalen Elementen, ohne Zweifel Sinneszellen, oberhalb derselben dagegen fast nur aus becherförmigen Drüsenzellen besteht. Die Drüsen unter dem Epithel liegen meist so eng an einander gepresst, dass man zwischen ihnen keine Lücken wahrnehmen kann. Weiter jedoch nach dem Inneren zu werden sie lockerer und die Zwischenräume zwischen ihnen, meist mit Injectionsmasse gefüllt, lassen sich leicht von den Querschnitten der Arterien dadurch unterscheiden, dass ihre Form lediglich durch die angrenzenden Gewebe bestimmt wird, während die Arteriendurchschnitte (*ar*) stets rund oder oval sind und eine eigene zellige Wandung erkennen lassen. Die Bluträume werden nach hinten zu zahlreicher und bilden schließlich einen großen gemeinsamen Raum, welcher von den Arterien, Nerven und einigen Muskelfasern durchsetzt und gegen die Wasserräume durch eine feine, geschlossene und kernhaltige Membran (*ihvrs*) abgegrenzt wird. Ursprünglich vermuthete ich, diese Membran würde unmittelbar in die Grenzmembran des Epithelsinus übergehen, allein ich habe mich nicht nur nicht davon überzeugen können, sondern bin zur entgegengesetzten Meinung gelangt. Freilich liegen die Drüsen hier viel zu dicht an einander, als dass man diese Haut bis an das Epithel verfolgen könnte, aber die Injectionsbilder (vgl. Fig. 8) sprechen zu deutlich dafür. A priori hätte ich aber gar nicht voraussetzen dürfen, einen Übergang dieser Membran in die Grenzmembran zu finden. Wenn die letztere, als die unmittelbare Fortsetzung der Arterienwände, dazu bestimmt ist, das Blut bis in die feinsten Räume zu den äußersten histologischen Elementen, den Epithelzellen, zu leiten, so ist es klar, dass sie hier in dem Randsinus ebenfalls vorhanden sein muss. Freilich wird sie hier nicht continuirlich sein,

Digitized by Google

sondern Löcher haben, durch welche das Blut in die Zwischenräume zwischen den histologischen Elementen geräth und schließlich in die Lacunen des Vorderrandsinus strömt, wie es ja bei allen Mollusken mit offenem Blutgefäßsystem im Fuße der Fall sein muss. Die venösen Räume im Vorderrandsinus von *Natica* würden also ganz den gleichen Räumen im ganzen Fuß der anderen Mollusken entsprechen, nur dass sie hier auf eine schmale Zone beschränkt sind. Aus dem Vorderrandsinus strömt das Blut in die Venen, welche, wie die Figur zeigt und wie von vorn herein zu erwarten war, die unmittelbare Fortsetzung der Haut sind, welche den Randsinus gegen die Wasserräume abgrenzt. Die Venenäste gehen meist ungefähr nahe der Mitte ab, jedoch sieht man auch kleinere von anderen Punkten abgehen (unten). Die Arterien dringen auch meist nahe der Mitte in den Sinus ein und lassen sich noch ziemlich weit nach vorn verfolgen (*a*).

Ich habe mir natürlich die Frage vorgelegt, warum gerade hier, am Vorderrande des Fußes, an Stelle des Capillarnetzes sich ein Blutsinus befindet, wie er sonst bei den übrigen Mollusken den ganzen Fuß ausfüllt, und habe sie mir folgendermaßen beantwortet. Im Vorderrande des Fußes, der augenscheinlich als Sinnesorgan fungirt, liegen die Drüsen und nervösen Elemente um Vieles enger als in den anderen Fußtheilen, so dass der Gewebesinus ein außerordentlich complicirter sein müsste, wenn er geschlossen sein und mit einem Capillarnetze nur hier und da communiciren sollte. Zudem würde letzteres, welches natürlich hier wegen der Anzahl der zu versorgenden Elemente ein viel dichteres sein müsste als an anderen Stellen, hier gar keinen Platz finden. Wie die Beobachtung lehrt, und wie es nach der Function des Vorderrandes selbstverständlich ist, besitzt letzterer den anderen Fußtheilen gegenüber die Fähigkeit, sich außerordentlich schnell zurückzuziehen. Es leuchtet ein, dass der Vorderrandsinus mit den starken, mit breiten Ostien von ihm direct abgehenden Venen ein viel schnelleres Zurückziehen gestattet, als es ein complicirter Gewebesinus im Vereine mit einem Capillarsystem zulassen würde.

d) Intercellulargänge.

Nach außen würde der Epithelsinus nach Leydig u. A. durch die Intercellulargänge mit dem umgebenden Medium direct in Verbindung stehen. In dem ersten Theile meiner Arbeit habe ich mich gegen die Anerkennung derartiger Intercellulargänge ausgesprochen und verlangt, dass Leydig erst ihr Verhältnis zu der Basilarmembran des

Digitized by Google

Epithels näher präcisirte. Diese Haut wird von LEYDIG selbst bei Gastropoden beschrieben, bei *Cyclas* aber nicht berücksichtigt und würde dort seinen Zeichnungen zufolge auch gar nicht vorhanden sein. Wenn man die neueren histologischen Arbeiten über die Mollusken durchblättert, so bemerkt man, dass diese Haut allmählich immer mehr und mehr bekannt und vor allen Dingen bei Vertretern verschiedener Gruppen beschrieben wird, so dass man zu der Annahme berechtigt ist, dass sie ein allgemeines Attribut der Mollusken, mithin auch von *Cyclas* sein wird. Ihre Stärke ist freilich bei den einzelnen Gruppen sehr verschieden, und bei *Natica* ist sie an günstigen Stellen nur als feine Linie wahrnehmbar. Ich habe früher das Vorhandensein dieser Haut als ein Postulat hingestellt, damit die Muskeln einen genügend festen Ansatzpunkt hätten und nicht durch ihre Contraction den Verband der Epithelzellen lockerten. Jetzt möchte ich ihre Existenz auch noch aus einem anderen Grunde für nothwendig halten. Wenn eine *Natica* vollkommen ausgestreckt ist, so ist das Epithel zu einer glatten Fläche ausgebreitet und gewährt im Querschnitt den Anblick eines Cylinderepithels. Wenn das Thier sich nun einzieht, so wird die Oberfläche des Fußes ungefähr auf den zehnten Theil verringert. Damit nun das Epithel dennoch Platz hat, muss es Falten schlagen, was denn auch mit der zierlichsten Regelmäßigkeit geschieht, ungefähr wie in dem Schema Taf. 17 Fig. 22. Um sich den neuen Localverhältnissen anzupassen, muss nothwendig ein großer Theil der Zellen seine cylindrische Gestalt einbüßen und eine keilförmige annehmen, und zwar würden die Zellen, welche auf dem Gipfel der Falte liegen, ihr breites Ende nach außen kehren (*u*), die Zellen im Grunde (*z*) sich dagegen umgekehrt verhalten. Schematisch würde man sich dieses Verhältnis ungefähr so vorstellen können, wie es in der Falte *c* angedeutet ist. Allein in der Wirklichkeit erhält man ein Bild, wie es die Falte *b* zeigt. Die Zellen haben nämlich nicht nur ihre Form, sondern auch das Verhältnis ihrer Länge zur Breite geändert, indem diejenigen auf dem Gipfel der Falte bei *t* an Länge zugenommen, diejenigen im Grunde (*e*) an Länge abgenommen, dagegen an Breite gewonnen haben. Ich vermag mir nun nicht vorzustellen, dass die Zellen bei diesen Gestaltsveränderungen ihren Zusammenhang aufrecht erhalten könnten, wenn sie nicht an ihrem basalen Ende ein- für allemal befestigt wären. Bei *t* würden unfehlbar einige Zellen hinausgequetscht und bei *e* würden die Zellen aus einander gerissen werden. Zum mindesten müssten aber an solchen Stellen wie *e* die Intercellularräume ganz besonders

Digitized by Google

breit und die Querbalken, welche nach LEYDIG die Zellen verbinden sollen, sehr in die Länge gezogen, mithin deutlich sichtbar sein. Aber gerade an diesen Stellen habe ich weder Intercellulargänge noch Intercellularbalken bemerken können, sondern die Zellen stoßen dicht an einander.

Wenn eine Basilarmembran wirklich vorhanden ist, so hat man Grund dazu anzunehmen, dass sie nicht sehr elastisch ist, denn durch diese Eigenschaft würde ihr Nutzen für die Thätigkeit der sich an sie ansetzenden Muskeln erheblich herabgemindert werden, wie sich von selbst versteht. Wenn sie also bei einer solchen Streckung des Epithels, wie sie bei *e* stattfindet, ganz ausgespannt ist, so muss sie, sobald die Zellen sich verschmälern, also enger zusammenrücken und ihr weniger Flächenraum darbieten, Falten schlagen. Da man sie sich ihrer Natur nach mit dem Basaltheil der Zellen innig verwachsen vorstellen muss, so wird sie die Falten einzig und allein nach dem Epithel zu bilden können. Es werden sich dabei die Zellen mit ihrem Basaltheile halbkugelig nach innen zu vorwölben und die Membran wird in die Lücken zwischen diese Halbkugeln eindringen, wie es das Schema in Fig. 25 a veranschaulicht. Wenn sich dieses Verhältnis stärker ausprägt, und das wird es natürlich bei Thieren, welche eine große Ausdehnungsfähigkeit, mithin eine flächenhaft sehr ausgedehnte Basilarmembran besitzen, so wird die letztere noch tiefer zwischen die Zellen eindringen, und wir würden ein Schema wie Fig. 25 b bekommen. Da sich nun unter dem Epithel und seiner Basilarmembran Bluträume befinden, so wird bei einer guten Injection die Masse auch in diese kegelförmigen Falten der Basilarmembran eindringen, man wird also beim Durchschnitt ein Bild erhalten genau wie Fig. 4 von NALEPA es darbietet, und welches von oben gesehen vollkommen dessen Fig. 2 entsprechen würde. Schon in meiner ersten Abhandlung (p. 531) machte ich auf eine derartige Deutung der NALEPA'schen Figuren aufmerksam, wagte sie damals aber noch nicht als Behauptung hinzustellen, weil ich keine Präparate davon angefertigt hatte. Heute bin ich durch einige gelungene Injectionspräparate in den Stand gesetzt, jene Deutung als die allein richtige zu bezeichnen. An mehreren Präparaten einer Schnittserie durch ein gut injicirtes Exemplar von *Natica* hat sich stellenweise das Epithel von dieser Membran abgehoben und man sieht Folgendes. Die Zellen des Epithels haben sich nicht einzeln abgelöst, sondern bilden eine zusammenhängende Schicht; weder zwischen ihnen noch auf ihrer Außenseite befindet sich irgend welche Spur

Digitized by Google

der Injectionsmasse. Der Epithelsinus unter der Basilarmembran ist injicirt, und von ihm erheben sich (vgl. Taf. 16 Fig. 9) kegelförmige Zapfen, welche spitz endigen und gleichfalls injicirt sind; von einer Öffnung an ihrer Spitze oder gar einem Ausfließen der Injectionsmasse ist nichts zu sehen. An anderen Stellen, wo sich die Epithelzellen nicht abgehoben haben, sieht man die Masse öfters bis ungefähr $^2/_3$ der Höhe der Zellen emporsteigen, dagegen ebenfalls kein Ausfließen nach außen. Ähnliches ist auch im Vorderrandsinus (Taf. 16 Fig. 8 bei *i*) zu sehen. Wenn diese kegelförmigen, injicirten Gebilde wirklich nur Intercellulargänge im Sinne von LEYDIG wären, so ist nicht einzusehen, warum sie zurückbleiben sollen, wenn sich das Epithel als Schicht abhebt. Wenn dagegen meine obigen Auseinandersetzungen richtig sind, so ist dies selbstverständlich, denn die Basilarmembran, als Anheftungsort der Muskeln, wird von diesen festgehalten und mit ihr natürlich die Intercellularräume, als Theile von ihr. Die kegelförmige Gestalt derselben, mit der Spitze nach außen gerichtet, ist ebenfalls selbstverständlich. Die Epithelzellen, mit ihrem oberen Drittel (vgl. das Schema Fig. 25b) unter sich in festem Zusammenhange und nicht durch durchgehende Spalten getrennt, heben sich als Schicht ab, indem die Zellen selbst zerreißen, einen Theil ihres Plasmas, gelegentlich auch den Kern (Fig. 9 bei *k*) an der Basilarmembran haften lassen und so an ihrem hinteren Ende ungefähr »wurzelförmig ausgefasert« erscheinen. Dass sich zwischen den abgerissenen Epithelzellen keine Injectionsmasse mehr befindet, ist ebenfalls selbstverständlich. Alles zusammengenommen: bei *Natica* finden sich keine Intercellularräume im Sinne von LEYDIG u. A. m., sondern die Spalten zwischen den unteren zwei Dritteln der Epithelzellen sind Ausstülpungen der Basilarmembran und nach außen spitz und geschlossen. Hieran kann man wohl die bescheidene Vermuthung knüpfen, dass es bei den anderen Mollusken, also auch bei *Cyclas*, eben so sein wird. Die Angaben von CARRIÈRE und ZIEGLER lassen sich vorzüglich mit diesen Befunden bei *Natica* vereinigen.

3. Art der Wasseraufnahme.

Wenn man mir nun die Frage vorlegt: wie nimmt *Natica* Wasser auf? so bin ich einigermaßen in Verlegenheit. Ich habe auf allerhand Art die Polster und Muskeln in der Nähe der Poren dafür ver-

Digitized by Google

antwortlich zu machen gesucht, allein ohne Erfolg, und irgend welche andere Vorrichtungen zum Einsaugen des Wassers habe ich an der Wasserspalte nicht entdecken können. Von einer Hineinflimmerung durch Flimmerhaare kann nicht die Rede sein. Wenn der Fuß contrahirt ist, so steht allerdings die Wasserspalte meist offen (vgl. Fig. 19), aber die dahinter liegende Musculatur schließt sich so fest und lückenlos an einander, dass ein Bemühen der Flimmerhaare, Wasser in den Fuß hinein zu wedeln, vergeblich sein würde. Zudem haben wir auch gesehen, dass gerade an der Wasserspalte die Flimmerhaare sich rückbilden. Die einzige Möglichkeit zur Erklärung der Aufnahme von Wasser bei *Natica* scheint mir zur Zeit folgende zu sein. Wir haben gesehen, wie das aus Arterien, Capillaren, Venen, Epithel- und Gewebesinus sich zusammensetzende Blutgefäßsystem gegen die Wasserräume geschlossen ist. Wenn nun das Thier die Musculatur des Fußes erschlaffen lässt, Blut durch die Arterien in den Fuß treibt und dessen Zurückweichen in den vorderen und hinteren Körperraum durch Contraction der oben beschriebenen Muskeln verhindert, so wird allmählich das ganze Gefäßsystem geschwellt und ausgedehnt werden, ungefähr so, wie ein Handschuh, wenn man ihn voll Luft bläst. Allerdings ist es möglich, dass ein Theil des Blutes von dem Gewebesinus aus in den Körper zurückkehrt; ich bin mir, wie bereits oben gesagt, noch nicht ganz klar darüber geworden, wohin und wo das Blut aus diesem Sinus wandert. Immerhin aber wird, zumal wenn der Fuß noch collabirt und so der Gewebesinus an den meisten Stellen und vorzüglich in dem dichten Filz der subepithelialen Muskelausläufer zusammengedrückt ist, die Menge des durch diesen Sinus etwa zurückkehrenden Blutes derjenigen gegenüber, welches die Arterien einführen, verschwindend klein sein, so dass doch in kurzer Zeit auch eine Schwellung der Venen eintritt. Durch das sich schwellende und somit aufrichtende Adernetz werden die Muskeln, welche ja im erschlafften Zustande keinen Widerstand entgegensetzen, aus einander gerückt; es entstehen dadurch Hohlräume, ein Vacuum, zwischen ihnen, in welche sofort von außen das Wasser eindringt, indem es die schlaffen Muskeln und Polster aus einander drängt. Da die Wasserspalte, und zwar vorzüglich beim zusammengezogenen Fuße, einen trichterförmigen Querschnitt besitzt, so wird das Eindringen des Wassers noch erleichtert, während Fremdkörper wegen der Feinheit der Öffnung in Gemeinschaft mit dem Schleime nicht eingelassen werden. Sobald das Thier die genügende Menge Wasser aufgenommen hat, contrahirt es zunächst die Schließmuskeln und dann die-

Digitized by Google

jenigen Muskeln, welche die Polster ungefähr senkrecht durchsetzen und sie durch ihre Contraction auf einander pressen (Fig. 18 *m*). Nachdem so die Wasserspalte nach Art zweier Lippen geschlossen ist, kann das Thier die regelmäßige Circulation des Blutes im Fuße, durch theilweise resp. zeitweilige Erschlaffung der Absperrmuskeln der Hauptvene, herstellen.

Wenn man eine *Natica* im zusammengezogenen Zustande auf Sand setzt, so bohrt sie, wenn sie sich auszustrecken beginnt, zunächst die Spitze des Vorderfußes in den Sand ein, schwellt ihn und zieht dann den übrigen Körper nach. Dies kann natürlich erst dann geschehen, wenn sie sich mit dem Vorderfuße genügend verankert hat, weil sie ihn im entgegengesetzten Falle durch die Contraction seiner Muskeln wieder aus dem Sande herausziehen würde. Darum wird er vorn breiter geschwellt als hinten und nimmt ungefähr die Gestalt an, wie in Fig. 14 auf Taf. 20 dargestellt ist. Da es dem Thiere selbstredend darauf ankommen muss, so schnell wie möglich in seinem heimischen Elemente, dem Sande, zu verschwinden, so kann es nicht Wunder nehmen, wenn es anfänglich nur den Vorderfuß schwellt und sowohl den Hinterfuß als die beiden Schalenlappen vorläufig noch absperrt. In der Regel öffnet es dann erst die Wasserräume des Hinterfußes und schließlich auch der Schalenlappen mitunter ruckförmig. Setzt man Thiere in eine Schale ohne Sand, so spielt sich diese Aufeinanderfolge der Schwellung nicht so regelmäßig ab, wie sie denn überhaupt von dem Thiere je nach Bedürfnis abgeändert werden kann. Die Schwellung der Schalenlappen geschieht aber meist erst sehr spät. Wenn sich *Natica* zusammenziehen will, so stellt sie die hinteren Venenmündungen in vollkommener Ausdehnung her, so dass das Blut aus dem Adercomplexe zurückweichen kann und contrahirt die Muskeln des Fußes mit Ausnahme der Schließmuskeln. Das Blut des Gewebesinus kann einmal auf dem normalen Wege nach hinten, der von mir zwar noch nicht näher untersucht ist, aber doch zweifelsohne vorhanden sein muss, zurückkehren, dann aber kann es auch nach dem Epithelsinus und von diesem aus durch die Capillaren und Venen zurückweichen. Nimmt man ein Thier rasch aus dem Wasser und reizt es am Vorderfuße sehr stark, so kommt es gelegentlich vor, dass der letztere ganz contrahirt wird, ehe das Wasser alles entwichen ist. Da die geschlossene Musculatur des Vorderfußes dem Wasser des Hinterfußes den Weg nach der Wasserspalte versperrt, so tritt bei der Contraction des Hinterfußes eine Ruptur seiner Wandungen ein, und zwar immer am Rande, nach welchem,

Digitized by Google

wie wir gesehen, förmliche Wasserstraßen führen, ohne dass so starke Schließmuskeln vorhanden sind als an der Wasserspalte. Die Wasserstrahlen treten aber an ganz unbestimmten Punkten des Hinterfußrandes und überhaupt so selten auf, dass schon daraus ihre pathologische Natur hervorgeht.

4. Physiologie der Wasseraufnahme.

Es ist aus dem Vorhergehenden ohne Weiteres klar, dass das aufgenommene Wasser nicht zur »Verdünnung des Blutes« dienen kann, da es mit ihm überhaupt nicht in Berührung kommt. Nach einigen Autoren soll es zur Athmung dienen, und der Umstand, dass die Gefäße so frei in den Wasserräumen liegen, möchte von Diesen wohl als Stütze für ihre Behauptung angesehen werden. Allein um diese »Ansicht« zu begründen, müsste man den Nachweis führen, dass bei *Natica* die Kieme, welche doch sonst im Allgemeinen der Athmung vorsteht, im Vergleich zu anderen Raubschnecken rückgebildet ist und in der That nicht ausreicht, um den Sauerstoffbedarf des Thieres zu decken. Ferner müsste das Wasser, wenn es irgend einen Werth für die Athmung haben sollte, stetig oder doch wenigstens in nicht zu langen Zwischenräumen erneuert werden, wofür aber nicht nur nichts spricht, sondern was durch die directe Beobachtung widerlegt wird. Wenn man in eine verhältnismäßig kleine Schale und bei Sommertemperatur eine ziemliche Menge von *Natica* legt, so ist in sehr kurzer Zeit das vorhandene Wasser mehrmals durch die Mantelhöhle der Thiere passirt, und es stellt sich bei letzteren ohne Zweifel eine Athemnoth ein, da bei der hohen Temperatur das Wasser aus der Luft unmöglich so viel Sauerstoff absorbiren kann, als ihm von den Schnecken entzogen wird. Das Resultat davon ist, dass diese sich bald auf den Rücken legen und nur noch geringe Bewegungen ausführen. Nimmt man nun zu diesem Versuche Wasser, in welchem z. B. Carmin suspendirt ist, so bemerkt man an den Thieren eine regelmäßige, und zwar lebhafte Strömung durch die Mantelhöhle, aber keine solche an der Wasserspalte. Eine regelmäßige partielle Contraction und Ausdehnung des Fußes, welche ja zur Erneuerung des Wassers nothwendig wäre, nimmt man ebenfalls nicht wahr. Es ist also die obige Behauptung als vollständig aus der Luft gegriffen zu bezeichnen.

Das Wasser wird in den Fuß, und zwar lediglich in diesen, aufgenommen. Der Fuß dient zur Locomotion, in Folge davon muss

Digitized by Google

man zunächst versuchen, die Wasseraufnahme mit der Locomotion in Zusammenhang zu bringen. Wir müssen uns also klar zu machen suchen, ob und welchen Vortheil wohl das Thier von der Wasseraufnahme für die Locomotion haben könnte. *Natica josephina* ist eine Raubschnecke, welche sich vornehmlich von Muscheln nährt, indem sie in die Schale derselben ein Loch bohrt[1], den Rüssel hineinsteckt und das Thier herausfrisst. Die Muscheln, welche sie frisst, sind Bewohner des schlammigen Sandes, und demgemäß hält sie sich auch dort auf und kommt, wie die Beobachtung zahlreicher Thiere in der Gefangenschaft lehrte, niemals an die Oberfläche, so lange sie gesund ist und nicht durch Nahrungsmangel dazu getrieben wird, große Excursionen zu machen (die Zeit der Eiablage vielleicht ausgenommen). Unter dem Sande kriecht sie ziemlich geschwind vorwärts, wie man an der Bewegung der Sandkörnchen beobachten kann. Wenn nun *Natica* ihren Fuß nur so weit ausstreckte und schwellte, wie z. B. *Murex*, *Trochus*, *Turbo* etc. thun, so würde von vorn der Sand so gegen die Schale drücken, dass die Bewohnerin derselben sich nur sehr langsam und mit verhältnismäßig großem Kraftaufwande vorwärts bewegen könnte. Dabei könnte es ihr widerfahren, dass die von ihr angegriffenen Muscheln in der Flucht ihr Heil suchten, da sie vermöge ihrer keilförmigen Schale sich schneller vorwärts bewegen könnten als *Natica*. Will sie diesem Übelstande abhelfen, so muss sie ihrem Fuße ebenfalls eine keilförmige Gestalt verleihen und den Widerstand, welchen die Schale dem andringenden Sande entgegenstellt, aufheben. Man werfe jetzt einen Blick auf Taf. 16 Fig. 3 und man wird zugeben, dass sie dieser Aufgabe in sehr zweckmäßiger Weise gerecht geworden ist[2]. Allerdings ist nun auch der Hinterfuß ungefähr keilförmig und die Schale ebenfalls von hinten durch einen schwellbaren Lappen bedeckt, welche Vorrichtungen alle beide wohl kaum etwas mit der Vorwärtsbewegung direct zu thun haben können. Der Hinterfuß bildet ohne Zweifel ein Be-

[1] Das Bohren des Loches in die Schale kann unmöglich durch die Radula erfolgen, da die Zähne derselben nicht im Stande wären, die harte und dicke Schale zu durchkratzen, sondern eher als diese abgenutzt werden würden. Zudem ist das Loch, welches *Natica* bohrt, kreisrund mit einer seichten Einkerbung, eine Form, welche es wohl kaum durch die Radula erhalten könnte. Es ist mir wahrscheinlich, dass es in die Schale durch das Secret einer Drüse geätzt wird, welche ungefähr dieselben Dimensionen und kreisrunde Form hat. Wenn *Natica* den Rüssel herausstreckt, so liegt diese Drüse unmittelbar auf der Außenseite desselben unter der Mundöffnung.

[2] Die Furche zwischen *vs* und *vf* ist in der Zeichnung etwas zu stark markirt.

Digitized by Google

hältnis, in welches bei einer von vorn her eintretenden Widerwärtigkeit das Wasser des Vorderfußes sofort zum größten Theile hineingepresst wird, damit jener sehr schnell und weit zurückgezogen werden könne. Auf der anderen Seite kann *Natica* durch Contraction des Hinterfußes dessen Wasser in den Vorderfuß treiben und diesen plötzlich enorm schwellen. Die großen Wasserräume, welche den Fuß besonders in der Längsrichtung durchziehen, erleichtern die schnelle Translocation des Wassers sehr, und die Beobachtung zeigt, dass das Thier den ausgiebigsten Gebrauch von dieser Fähigkeit macht. Man hat nur nöthig, den Vorderrand des Fußes etwas unsanft zu berühren, um das Thier ihn sofort zurückziehen und den Hinterfuß enorm anschwellen zu sehen. Die Aufgabe des hinteren Schalenlappens besteht, da eine Bewegung der *Natica* nach hinten nicht vorzukommen scheint, vielleicht darin, zu verhindern, dass der Sand von oben her, zwischen Schale und Fuß, oder gar von unten her in die Mantelhöhle eindringe. Es scheint auch, als ob *Natica* von der so großen flächenhaften Ausdehnung ihres Fußes in der Weise Gebrauch mache, dass sie die Muscheln zum Theil damit umhüllt und so festhält; doch sind meine Beobachtungen über diesen Punkt noch zu lückenhaft, als dass ich es wagte, sie mitzutheilen.

5. Verbreitung der Wasseraufnahme.

Carrière hatte für den Fall, dass wirklich Wasserporen vorhanden seien, verlangt, man solle an ihnen einen Schließmuskel und eine Vorrichtung zum Einsaugen des Wassers nachweisen. Ich selbst hatte den Postulaten für die Wasseraufnahme noch hinzugefügt: einen Seiheapparat, einen Blutsinus um alle histologischen Elemente, den vollständigen Abschluss der Blutwege gegen die Wasserräume. Nachdem nun alle diese Forderungen für *Natica* erfüllt sind, sind wir berechtigt, den Spieß umzudrehen und zu sagen: alle Mollusken, bei denen diese Forderungen nicht sämmtlich erfüllt werden, nehmen kein Wasser auf. Und um die Sache möglichst abzukürzen, nehmen wir den wichtigsten Punkt heraus und formuliren den Satz so: Diejenigen Mollusken, welche im Fuße kein geschlossenes Blutgefäßsystem[1] besitzen, nehmen kein Wasser auf. Demnach sind von der Wasseraufnahme ausgeschlossen: Pteropoden,

[1] d. h. für das aus dem Fuße zurückkehrende Blut keine besonderen Gefäße mit selbständigen, isolirten und geschlossenen Wandungen, also Venen, und nicht etwa Lacunen oder Sinuse.

Digitized by Google

Heteropoden, Pulmonaten und wahrscheinlich alle Opisthobranchiaten und Muscheln, ganz bestimmt aber *Anodonta*, *Unio*, *Cyclas*, *Mytilus* etc. Es blieben dann also nur noch die Prosobranchiaten übrig, und unter diesen dürften vorzüglich die Bewohner des Sandschlammes mit dieser Fähigkeit begabt sein.

Werfen wir nun einen Rückblick auf das soeben Mitgetheilte, so ergiebt sich erstlich, dass KOLLMANN, GRIESBACH u. A. in der That mit ihrer Annahme Recht haben, dass es Mollusken giebt, welche behufs Schwellung durch Poren (resp. Spalten) am Fuße Wasser aufnehmen; nur schade, dass gerade diejenigen Thiere, bei denen sie es behaupteten und glaublich zu machen trachteten, es nicht thun; mithin können die von ihnen beschriebenen Wasserporen keine solchen sein. Wir haben ferner gesehen, dass Intercellularräume existiren; allerdings stehen diese mit dem umgebenden Medium nicht in Verbindung, endigen vielmehr nach außen spitz geschlossen und haben streng genommen mit den Epithelzellen gar nichts zu thun, da sie nur Ausstülpungen der Basilarmembran sind. DELLE CHIAJE ferner und seine Anhänger haben Recht, wenn sie ein von dem Blutgefäßsystem gesondertes Wassergefäßsystem annehmen, freilich besitzen eine Anzahl der Mollusken, für welche sie es behaupten, bestimmt kein solches. CARRIÈRE, BARROIS, CATTIE und FLEISCHMANN haben ebenfalls Recht, wenn sie den Muscheln im Allgemeinen, namentlich aber *Anodonta*, *Unio*, *Cyclas*, *Mytilus* etc., die Fähigkeit der Wasseraufnahme absprechen. Kurzum, fast alle Forscher, welche sich mit der Frage nach der Wasseraufnahme beschäftigten, haben Richtiges, wenn auch mitunter am falschen Orte, behauptet.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Erklärung der Buchstaben.

a, a_1, a_2, *ar* Arterien des Vorderfußes oder deren Äste.
af Afteröffnung.
ao Aorta cephalopedalis.
bdr Becherdrüsen.
bsm Basalmembran.
com Communication des Capillarnetzes mit dem Epithelsinus.
d Darm.
ds Ort wo der Deckel liegt.
dr Schleimdrüsen.
drpo Drüsenpolster = *po*.
ep Epithel.
es Epithelsinus.
ex Exspirationsöffnung.
f hohle Fäden von *ih* gebildet.
fl Flimmerhaarsaum[1].
fv Mündung der Fußvene in den Kopfsinus.
g Genitalöffnung.
hf Hinterfuß.
hs hinterer Schalenlappen des Fußes.
i Intercellulargänge.
ih innere Grenzmembran des Gewebesinus.
ihkfs innere Grenzmembran des Kopfsinus.
ihvrs innere Grenzmembran des Vorderrandsinus.
k Zellkern.
kfs Kopfsinus.
m, *mb* Muskel, Muskelbündel.
mk Muskelkern.
n Nierenöffnung.
nv, *nerv* Nerv.
o Öffnung des Kopfsinus in den Eingeweidesinus nach hinten.
om Unter dem dort liegenden Muskel befindet sich die Öffnung des Kopfsinus in den Mantelsinus.
p Wasserporus (oder besser Wasserspalte).
po Drüsenpolster = *drpo*.
ro oberer Rand des Vorderfußes.
ru unterer Fußrand.
s u. s_1 Schleim.
sbep Subepithelialgewebe.

[1] Der Flimmersaum ist in den meisten Figuren weggelassen.

Digitized by Google

schlm Schließmuskel.
secr Secret der Schleimdrüsen.
v, v_1, v_2 Venen des Vorderfußes resp. deren Äste.
vf Vorderfuß.
vr venöser Raum.
vrs Vorderrandsinus des Fußes.
vs vorderer Schalenlappen des Fußes.
$w_1 - w_4$ Hauptlängscanäle der Wasserräume.

Tafel 16.

Fig. 1. Kopfsinus von *Natica josephina* von oben geöffnet; Oesophagus mit Speicheldrüse weggeschnitten. Man sieht in der rechten Wand des Sinus die Communicationsöffnungen mit dem Raume, in welchen die Fußvene mündet.

Fig. 2. Querschnitt durch den oberen und unteren Rand des Vorderfußes. Die Gefäße sind blau injicirt.

Fig. 3. *Natica* im geschwellten Zustande von der Seite gesehen; halbe natürliche Größe.

Fig. 4. Einer geschwellten *Natica* ist dicht vor der Schale der Vorderfuß abgeschnitten. Ansicht von vorn; man blickt in die Hauptwasserräume und erhält eine Vorstellung von den kleineren zwischen den Muskeln etc.

Fig. 5. Querschnitt durch die Wasserspalte und die angrenzenden Gewebe.

Fig. 6. *Natica* im geschwellten Zustande von oben gesehen; halbe natürliche Größe. Das Thier ist im Moment gezeichnet, wo es den Vorderfuß etwas eingezogen hat, so dass die Hauptmenge des Wassers in den Hinterfuß gepresst ist. Letzterer ist demgemäß sehr ausgedehnt.

Fig. 7. *Natica* von oben gesehen. Der rechts neben dem Kopfsinus gelegene Raum, in welchen die Fußvene bei *fv* mündet, ist aufgeschnitten; man sieht die Communicationsöffnungen mit dem Kopfsinus in der linken Wand und die gemeinsame Mündung in den hinteren Eingeweideraum. In der Figur ist auch das obere Dach des Kopftheiles abgehoben und man sieht, dass der eigentliche Kopfsinus noch von einer Membran *ihkfs* bedeckt ist. Bei *kfs* ist der Kopfsinus angeschnitten und man erblickt einen Theil der enormen Speicheldrüse.

Fig. 8. Querschnitt durch den injicirten Vorderrandsinus des Vorderfußes. Schema.

Fig. 9. Schema zur Verdeutlichung des Epithel- und Gewebesinus. Letzterer ist nur oben, der Epithelsinus oben sowohl wie unten injicirt dargestellt. Der Epithelsinus ist der Deutlichkeit wegen etwas breiter dargestellt, als er in Wirklichkeit ist; das abgehobene Epithel ist fortgelassen.

Tafel 17.

Fig. 10. Schema zur Darstellung der arteriellen und venösen Hauptstämme des Vorderfußes und ihres Verhaltens gegen den Vorderrandsinus. Das Bild entspricht einer Horizontalebene, welche durch die Mitte des Fußes geht, so dass man die nach oben und unten abgehenden Äste nicht sieht. Vgl. Fig. 12.

Fig. 11. Schematischer Querschnitt durch die Wasserspalte.

Digitized by Google

Fig. 12. Schematischer Querschnitt durch den Vorderfuß, um das Verhalten der nach der oberen und unteren Wand des Fußes verlaufenden Gefäße zu zeigen. Nur oben links ausgeführt.

Fig. 13 u. 14. Zwei auf einander folgende Querschnitte durch die Wasserspalte, welche zeigen, dass der Schleim über den Schließmuskel hinaus in den Fuß eindringt.

Fig. 15. Skizze eines eben solchen Querschnittes; Wasserspalte geschlossen; der Schließmuskel lagert unmittelbar dem Epithel an.

Fig. 16. Querschnitt durch den Hinterrand des Hinterfußes, um die Mächtigkeit des subepithelialen Gewebes daselbst zu zeigen. Skizze.

Fig. 17—19. Skizzen von Querschnitten durch die Wasserspalte. In Fig. 17 u. 18 ist die Spalte geschlossen. In Fig. 17 sieht man zwischen dem Epithel und dem Schließmuskel einen dreieckigen leeren Raum (*x*). Fig. 18 zeigt das Aufhören des subepithelialen Gewebes unter der geschlossenen Spalte. Fig. 19 zeigt die weit klaffende Spalte beim contrahirten Fuß. *b* obere, *c* untere Lippe der Spalte.

Fig. 20. Form des Vorderfußes beim Einbohren im Momente, wo das Thier den Körper nachzieht.

Fig. 21. Capillarnetz unter dem Epithel.

Fig. 22. Schema der Formveränderung der Zellen bei der durch die Contraction verursachten Faltenbildung des Epithels. Die Falte *u* entspricht dem gedachten Verhältnisse, die Falte *t* der Wirklichkeit. *t* und *u* bezeichnen die äußeren Spitzen, *a*, *b*, *c* den Grund der Falten.

Fig. 23. Capillarnetz, welches die Hauptnervenstämme umspinnt.

Fig. 24. Schema der Hauptwassercanäle des Fußes.

Fig. 25 a u. b. Schema zur Versinnlichung der Entstehung der »Intercellulargänge«.

Digitized by Google

Monographie der Familie der Tintinnodeen.

Von

Dr. Eugen v. Daday

in Budapest.

Mit Tafel 18—21.

Vorwort.

In Folge der Erlaubnis und Unterstützung von Seiten des kön. ung. Cultus-Ministeriums wurde mir Gelegenheit geboten, von October 1885 bis Ende Mai 1886 in der Zool. Station von Neapel zu arbeiten. Anfangs beschäftigte ich mich mit dem Studium der Rotatorien des Golfes von Neapel, später jedoch wandte ich mich, durch Prof. Dr. G. Entz auf die Protozoengruppe der Tintinnodeen aufmerksam gemacht, diesen zu und da ich darunter nicht bloß eine Menge interessanter entweder wenig bekannter oder ganz neuer Formen fand, sondern auch in morphologischer Hinsicht zufriedenstellende Resultate erreichte, so erlaube ich mir die Ergebnisse monographisch zusammenzustellen.

Bevor ich zu meinem eigentlichen Gegenstande übergehe, will ich kurz das Verfahren angeben, das ich bei meinen Forschungen befolgte. Zur Sammlung des Materials bediente ich mich eines sehr dichten Netzes und ließ den so geschöpften Auftrieb durch ein zweites dichtes Netz passiren, so dass ich viele Tintinnodeen mit nur wenig Wasser erhielt. Das so gewonnene reiche Material, welches natürlich außer den Tintinnodeen viele andere mikroskopische pelagische Thierchen enthielt, wurde theils frisch geprüft, theils mit Sublimat behandelt und nachher in Carminlösungen gefärbt. Durch dieses Verfahren gelang es mir nicht nur, aus dem Auftrieb die Hülsen der

Digitized by Google

Tintinnodeen herauszufischen und zu conserviren, sondern ich konnte auch den Weichkörper der Thierchen so günstig fixiren, dass dadurch die morphologische Prüfung derselben wesentlich erleichtert wurde.

Meine Mittheilungen sind monographisch; daher nahm ich neben der Aufzeichnung meiner eigenen Forschungen Rücksicht auf die frühere mir zu Gebote stehende Litteratur, und bemühte mich sowohl bei den morphologischen Verhältnissen, als auch ganz besonders bei der Beschreibung der Arten, die zerstreuten Daten zu sammeln, um wo möglich ein klares Bild der bisher bekannten Arten zu geben. Dieses Princip leitete mich, als ich mich dazu entschloss, die Süßwasser-Tintinnodeen auch meinem Werke einzureihen, obschon ich hierüber nicht aus Autopsie sprechen kann.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, hier meinen tiefgefühlten Dank dem kön. ung. Cultus-Ministerium und der ung. Akademie für die Unterstützung auszudrücken, welche es mir ermöglichte, die Zoolog. Station in Neapel aufzusuchen. Nicht weniger verpflichtet fühle ich mich Herrn Prof. G. Entz in Kolozsvár, der mich durch schriftliche Aufklärungen unterstützte; ferner Herrn Prof. Dr. A. Dohrn, Herrn Dr. Paul Mayer, der durch seine Anleitungen meine Untersuchungen wesentlich erleichterte; Herrn Salvatore Lo Bianco, dessen Fürsorge viel zur leichteren Gewinnung des Materials beitrug.

Kolozsvár (Klausenburg), December 1886.

Verzeichnis der Litteratur.

Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Vol. 1. Paris et Genève. 1858—1859.

R. E. Claparède, Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere an der Küste von Normandie angestellt. Leipzig 1863.

E. Daday, Ein kleiner Beitrag zur Kenntnis der Infusorien-Fauna des Golfes von Neapel. Mittheil. Z. Stat. Neapel. 6. Bd. 1886. p. 481. Taf. 25.

F. Dujardin, Histoire naturelle des Infusoires. Paris 1841.

C. G. Ehrenberg, 1. Abh. Akad. Berlin. 1830. 1831. 1833.

—— 2. Die Infusionsthierchen etc. Leipzig 1838.

—— 3. Monatsber. Akad. Berlin. 1840. p. 201.

—— 4. Ibidem. 1854. p. 236.

—— 5. Microgeologie.

G. Entz, 1. Über Infusorien des Golfes von Neapel. Mitth. Z. Stat. Neapel. 5. Bd. 1884. p. 289.

—— 2. Zur näheren Kenntnis der Tintinnodeen. Ibid. 6. Bd. 1885. p. 185.

Digitized by Google

H. Fol, 1. Contribution à la connaissance de la famille des Tintinnodea. Arch. Sc. Physiqu. Nat. Genève. Tome 3. 1881.
—— 2. Sur la famille des Tintinnodea. Recueil Z. Suisse. Tome 1. 1883.
E. Haeckel, Über einige neue pelagische Infusorien. Jen. Zeit. Med. Naturw. 7. Bd. 1873.
O. E. Imhof, 1. Über mikroskopische Thiere aus den Lagunen von Venedig. Z. Anzeiger. 9. Jahrg. 1886. No. 216.
—— 2. Neue Resultate über mikroskopische pelagische Thiere aus dem Mittelmeer. Ibid. No. 219.
W. S. Kent, A Manual of the Infusoria. London 1880—82.
Lamarck, Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. 1816.
C. Mereschkowsky, 1. On some new or little-known Infusoria. Ann. Mag. N. H. (5) Vol. 7. 1881. p. 209.
—— 2. Studien über Protozoen des nördlichen Russlands. Arch. Mikr. Anat. 16. Bd. 1878. p. 153.
O. Fr. Müller, 1. Zoologiae Danicae prodromus. 1776.
—— 2. Animalcula Infusoria, Havniae 1786.
J. Müller, Über den Bau des *Pentacrinus Caput Medusae*. Abh. Akad. Berlin 1841.
Schrank, Fauna boica. 3. Bd. 2. Abth. 1803.
F. Stein, Der Organismus der Infusorien. 2. Abth. 1867.
V. Sterki, *Tintinnus semiciliatus*. Zeit. Wiss. Z. 32. Bd. 1879.

Geschichtlicher Überblick.

Die ersten Angaben über Tintinnodeen finden wir in den Werken O. Fr. Müller's vom Jahre 1776 und 1786 (1. Addenda. p. 281, Taf. 9 Fig. 2 und 2. p. 218—221, Taf. 31 Fig. 13—19), in denen er unter den Namen *Trichoda inquilinus*, *Trich. ingenita* und *Trich. innata* dreier Thierformen erwähnt und sie zeichnet. Sie erinnern durch die Structur ihrer Hülsen und ihrer Gestalten einigermaßen an manche Tintinnodeen, aber weder die kurze Beschreibung noch die Zeichnung lassen auf eine bestimmte bekannte Art schließen; es ist sogar nicht ganz unmöglich, dass es nicht Tintinnodeen, sondern Vaginicoleen sind.

Schrank ändert im Jahre 1803 (p. 317) unter dem Namen »Schwengelthierchen« den Genusnamen *Trichoda* O. F. M. in *Tintinnus*, und wandelt die Artnamen in andere um; so *Trichoda ingenita* in *Tintinnus sessilis*, *Trich. innata* in *Tint. pedicellatus*, stützt sich aber bei der Diagnose auf O. Fr. Müller.

Nicht viel ausführlicher sind die Angaben Lamarck's aus dem

Digitized by Google

Jahre 1816, welcher *Trichoda inquilinus* O. F. M., resp. *Tintinnus inquilinus* Schrank als *Vaginicola inquilina* anführt.

Ehrenberg erwähnt der Tintinnodeen zuerst im Jahre 1830 (1. p. 41), kennt aber bis zu seiner weitern Veröffentlichung im Jahre 1831 (1. p. 95) nur eine Art, die er für identisch hält mit *Trichoda inquilinus* O. F. M. und als *Tintinnus inquilinus* beschreibt. Im Jahre 1833 gesellt er zu dieser noch den *Tintinnus subulatus* (1. p. 774), in dem er theilweise die *Vorticella vaginata* O. F. M. erkennt. In seinem großen Sammelwerke (2. p. 294—295) erwähnt er noch immer nur dieser beiden Arten und giebt davon nebst einer kurzen Beschreibung genaue Zeichnungen (2. Taf. 30 Fig. 2, 3). Im Jahre 1840 bringt er noch drei Arten (3. p. 201), nämlich *Tintinnus denticulatus*, *campanula* und *cothurnia*, von beiden ersten auch eine kurze Diagnose. Endlich 1854 (4. p. 236) stellt er *Dictyocysta* auf mit den Arten *elegans*, *lepida* und *acuminata* und legt in der kurzen Beschreibung der Gattung und der Arten den Grund zu der auch später aufrecht erhaltenen Familie Dictyocysta. In seinem Werke »Mikrogeologie« (5. Taf. 35 A. Fig. 24 *D*) finden wir dann auch eine Zeichnung von *Dictyocysta elegans*.

Dujardin reiht 1841 alle von Ehrenberg beschriebenen *Tintinnus* der Gattung *Vaginicola* ein, und obschon er die Stellung selbst für zweifelhaft hält, so bringt er sie doch mit *Trichoda ingenita* und *innata* zusammen, dadurch ihre Verwandtschaft andeutend, und giebt auch eine verhältnismäßig getreue Abbildung von *Vaginicola* = *Tintinnus inquilinus* (p. 561—562, Taf. 16bis Fig. 5).

In demselben Jahre bringt auch J. Müller eine Angabe über die Tintinnodeen, in welcher er eine erkennbare Zeichnung einer im Mageninhalt von *Pentacrinus caput Medusae* gefundenen *Dictyocysta* giebt, ohne sie indessen zu benennen (p. 232, Taf. 11 Fig. 6).

Eine gründliche Kenntnis der Tintinnodeen beginnt aber erst mit dem Auftreten Claparède's und Lachmann's. Diese Forscher bringen nicht nur genaue Beschreibung und Zeichnungen zahlreicher früher nur mangelhaft gekannter Arten und vieler neuen (p. 129—210, Taf. 8, 9), sondern geben auch einige für den Bau wichtige Aufklärungen. Sie zeigen zuerst die Organisation des Peristomes und die excentrische Lage der Mundöffnung und deuten auf das Vorhandensein kurzer Wimpern an der Körperoberfläche; auf Grund hiervon trennen sie alle ihnen bekannten Arten von den Ophrydineen ab, zu welchen sie Ehrenberg gerechnet hatte, nehmen sie in eine besondere Familie auf und reihen diese als Tintinnodeen unmittelbar

Digitized by Google

den Bursarineen an. Die Arten werden indessen von ihnen noch immer als zur Gattung *Tintinnus* gehörig angeführt. CLAPARÈDE allein führt ferner 1868 eine an der Küste der Normandie gefundene Varietät der von ihm früher *Tintinnus Ehrenbergii* benannten Art an (p. 1, Taf. 1 Fig. 3).

Auch STEIN beobachtet die Tintinnodeen, aber eingehender beschäftigt er sich erst damit in einem 1867 erschienenen Werke (p. 151—155). Er theilt darin die Ansicht CLAPARÈDE's und LACHMANN's, der zufolge sie eine selbständige Familie bilden. Er giebt eine ausführliche Beschreibung der von ihm zuerst gefundenen Süßwasserform *Tintinnus fluviatilis*, dann des noch immer mangelhaft gekannten *T. inquilinus* und endlich einer neuen marinen Art, der *Tintinnopsis beroidea*. Er legt in der Beschreibung der erwähnten Arten und besonders des *T. fluviatilis* besonderes Gewicht auf den Bau des Peristomes, beschreibt aber daneben auch gründlich die Structur der Körperoberfläche, und sagt ausdrücklich, sie habe bei *T. fluviatilis* keine feinen Wimpern, und diese fehlen auch bei *T. inquilinus*, obschon CLAPARÈDE und LACHMANN einer Menge feiner Wimpern Erwähnung thun. In der Beschreibung der *Tintinnopsis beroidea* endlich zeigt er, dass an der Körperoberfläche spiralig verlaufende feine Wimperreihen sind und sieht in ihnen neben dem Bau der Hülse charakteristische Kennzeichen.

E. HAECKEL führt in seiner 1873 erschienenen kurzen Abhandlung (p. 561—568, Taf. 27, 28) nicht nur die 1859 bei Messina und 1866—67 bei Lanzarote beobachteten Arten an, sondern giebt im Zusammenhang mit deren Eintheilung auch Daten über die Organisationsverhältnisse. Nach dem Bau der Hülse bringt er die gefundenen Arten bei den Familien Dictyocystiden und Codonelliden unter. Als Kennzeichen für die erste erwähnt er die poröse Hülse, für die zweite das Anhaften fremder Körperchen an der Oberfläche der Hülse. Aber auch im Bau des Peristomes constatirt er eine wesentliche Abweichung, indem er am Peristomrande der Codonelliden kleine Läppchen unterscheidet. Die Oberfläche des Körpers findet er wie CLAPARÈDE und LACHMANN vollständig und fein bewimpert. Die Zahl der Arten bereichert er durch die Beschreibung der neuen: *Dictyocysta cassis*, *mitra*, *templum*, *tiara*, *Codonella galea*, *orthoceras*, *campanella*, unter denen indessen, wie ich später bei der Beschreibung der Arten zeigen werde, *C. galea* identisch ist mit *Tintinnus lagenula* Cl. et L., *C. orthoceras* mit *T. annulatus* Cl. et L., und *D. mitra* mit *D. elegans* Ehrbg. In Hinsicht auf die Fortpflanzung ist es

Digitized by Google

interessant, dass seiner Ansicht nach bei den Tintinnodeen bewimperte Embryonen vorkommen, und solche zeichnet er auch.

V. Sterki bringt uns 1879 eine genaue Abbildung einer neuen Süßwasserform, des *Tintinnus semiciliatus*, bei der er das Vorhandensein eines paroralen Wimperkranzes am Peristom nachweist.

S. Kent giebt 1881—82 in seinem großen zusammenfassenden Werke über die Infusorien einen weit mehr auf litterarischen Daten als auf eigenen Beobachtungen beruhenden Überblick über die bis dahin bekannten Tintinnodeen und bringt nebst einer meist treffenden Beschreibung von den meisten Arten auch Zeichnungen. Über die anatomischen Verhältnisse sagt er zwar nichts Neues, aber bei der Aufstellung der Arten zeigt er Selbständigkeit und theilt die von den meisten früheren Forschern als eine Familie angesehenen Tintinnodeen in die drei Familien Tintinnodae, Codonellidae und Dictyocystidae. Die zwei ersten reiht er unter die Heterotrichen, die letzte unter die Peritrichen ein. Aber auch innerhalb der Familien beweist er Selbständigkeit, indem er bei den Tintinnodae *Tintinnus, Tintinnidium, Vasicola, Strombidinopsis*; bei den Codonellidae *Codonella* und *Tintinnopsis*; bei den Dictyocystidae endlich *Dictyocysta* und *Petalotricha* als Gattungen unterscheidet.

C. Mereschkowsky giebt 1881 die kurze Beschreibung einer neuen marinen Art, des *Tintinnus mediterraneus*, die sich indessen nur auf Form und Structur der Hülse bezieht, und worauf gestützt er zwei Varietäten (*pontica* und *neapolitana*) annimmt (1. p. 211, Taf. 12 Fig. 12).

H. Fol beschäftigt sich in seiner 1881 erschienenen kurzen kritischen Beschreibung ausführlich mit den morphologischen Verhältnissen seiner Villafranca-Tintinnodeen, beschreibt zwei neue Arten und stellt auch zwei neue Gattungen auf, *Coniocylis* und *Cyttarocylis* (1. p. 5—24, Taf. 1), letztere auf Grund seiner Untersuchungen an *Dictyocysta cassis* Haeck., bei der er nachweist, dass die Hülse aus zwei Lamellen besteht und nicht von Poren durchbrochen ist, wie dies Haeckel voraussetzt. In dem 1883 erschienenen Werke stellt er manche seiner früheren Angaben richtig, entwickelt das Resultat seiner Forschungen weitläufiger und beschreibt eine größere Anzahl Arten. Bei seinen interessanten Forschungen ist von Wichtigkeit, dass er zuerst nachgewiesen, wie bei einem Theile der Tintinnodeen die Hülse doppelwandig und mit Querplättchen versehen ist, dass bei manchen Arten ein die Hülsenöffnung schließender

Digitized by Google

Apparat vorkommt und dass einige Arten zwei Kerne haben (2. p. 27—64, Taf. 4, 5).

G. Entz behandelt 1884 in seinem Werke über die Infusorien des Golfes von Neapel auch die Tintinnodeen und giebt auf Grund eigener Forschungen eine in jeder Hinsicht erschöpfende kritische Beschreibung derselben. Neben der ausführlichen Behandlung der morphologischen Verhältnisse verdanken wir ihm unzweifelhafte Daten über ihre Vermehrung; ferner erörtert er die systematische Stellung. Die von ihm gefundenen Arten, unter denen auch einige neue sind, fasst er in den Gattungen *Tintinnus*, *Codonella* und *Dictyocysta* zusammen (1. p. 389—416, Taf. 24). In einer späteren Arbeit, die 1885 erschienen, erwähnt er neben der ausführlichen kritischen Beschreibung von *Tintinnidium fluviatile* der neuen Süßwasserform *Codonella lacustris* und giebt die Beschreibung von einigen mehr oder weniger bekannten oder auch ganz neuen Arten nach den Hülsen, die er in dem Mageninhalte von *Antedon rosaceus* und Salpen aus Neapel fand (2. p. 185—216, Taf. 13—14).

In neuester Zeit bringt auch E. O. Imhof einige Daten über die Tintinnodeen, aber seine Aufzeichnungen beschränken sich fast ausschließlich auf die Registrirung einiger Arten, besonders der marinen, während er aus dem Süßwasser gleichzeitig mit G. Entz eine *Codonella* beschreibt, welche wahrscheinlich mit *C. lacustris* Entz identisch ist (1. p. 101—102 und 2. p. 198—200).

In einer früheren Mittheilung beschäftigte ich mich gleichfalls mit den Tintinnodeen, aber nur in faunistischer Hinsicht, und brachte kurz einige solche Arten zur Kenntnis, welche bis jetzt aus dem Golfe von Neapel nicht erwähnt wurden.

Die Hülse.

Mit wenigen Ausnahmen bewohnen alle Tintinnodeen, wie schon Claparède und Lachmann ausdrücklich betonen und zugleich als Charakter der Gattung ansehen (p. 195), frei schwimmende Hülsen, und bisher sind nur wenige Arten bekannt, deren Hülsen dauernd oder vorübergehend an eine Stelle gebunden sind. Zu den letzteren gehören *Tintinnidium fluviatile*, *semiciliatum* und *Tintinnus inquilinus*, welch letztere Art darum sehr interessant ist, weil nach O. Fr. Müller (2. p. 219), Ehrenberg (2. p. 294) und Dujardin (p. 562) das Thierchen mit dem Hintertheile der Hülse an Algen oder an andere Pflanzentheile sich anklebt, während dagegen Fol diejenigen von

Digitized by Google

Villafranca mit dem vorderen Theil an Algen angeklebt gefunden hat (2. Taf. 5 Fig. 15); dasselbe beobachtete ich bei den meisten Exemplaren von Neapel (Taf. 18 Fig. 10).

Diese Eigenschaft der drei erwähnten Arten bewog theilweise KENT dazu, sie von *Tintinnus* abzusondern und an *Tintinnidium* anzuschließen (p. 611).

Die Form der Hülse schwankt bei den Gattungen und Arten innerhalb weiter Grenzen, während sie für jede einzelne Art beständig ist und so zu sagen den Charakter der Art bildet. Sie variirt, wie auch ENTZ bemerkt (1. p. 403) und ein Blick auf die Zeichnungen sofort erkennen lässt, zwischen der Röhren-, Stäbchen-, Trichter-, Glocken-, Fingerhut-, Topf-, Kelchform u. dgl. m.; sie verlängert sich manchmal, schwillt ein ander Mal mehr oder weniger an, erweitert sich meistens, wenn auch nicht immer nach vorn, ist hinten selten gerade abgeschnitten, sehr häufig abgerundet und setzt sich in eine gerade oder verschieden gekrümmte, spitz oder stumpf abgerundete Endverlängerung fort.

Die früheren Forscher haben an den Hülsen der ihnen bekannten Arten nur eine einzige Öffnung bemerkt. ENTZ führt zuerst unter dem Namen *Tintinnus lusus undae* eine Art an, die am hinteren Theil der Hülse auch eine Öffnung hat, macht aber dazu folgende Bemerkung: »Das Hinterende fand ich einfach quer abgestutzt, kann aber die Möglichkeit nicht ausschließen, dass ein Stück des Hinterendes der zarten Schale eventuell nur abgesprengt war« (2. p. 202, Taf. 14 Fig. 12). Ich habe mich aber davon überzeugt, dass dieses anscheinende Bruchstück in der That die von ENTZ beschriebene und gezeichnete Form und Structur hat, also an beiden Enden geöffnet ist (Taf. 18 Fig. 3, 14), ferner, dass das von O. FR. MÜLLER, EHRENBERG, DUJARDIN, CLAPARÈDE und LACHMANN und STEIN als gerade abgeschnittene und geschlossen angenommene Hinterende der Hülse von *Tintinnus inquilinus* ebenfalls offen ist (Taf. 18 Fig. 2, 10); endlich machte ich bei *Tintinnus Fraknóii* und *angustatus* und noch bei zwei anderen Arten dieselbe Beobachtung. Daran schließt sich auch *Tintinnus acuminatus* Cl. et L., deren Hülse CLAPARÈDE und LACHMANN, so wie auch ENTZ (2. p. 201, Taf. 14 Fig. 13) zugespitzt und geschlossen angeben, die aber in Wirklichkeit offen ist, da im Inneren des keulenförmigen Endes eine trichterförmige Vertiefung ist, die mit der Hülsenhöhlung in Verbindung steht (Taf. 18 Fig. 6). *Tintinnus acuminatus* bildet übrigens mit seiner spärlichen Hinteröffnung und der zugespitzten Hülse eine

Digitized by Google

Übergangsform zu den übrigen Tintinnodeen mit nur einer Öffnung und besonders zu den mit spitziger Verlängerung ausgestatteten *Amphorella*-Hülsen. Die hintere Öffnung der Hülse ist übrigens bald auffallend kleiner als die vordere, wie bei *T. acuminatus* (Taf. 18 Fig. 6) und *angustatus* (Taf. 18 Fig. 15), bald nur wenig kleiner als diese, wie bei *lusus undae* (Taf. 18 Fig. 3, 14). Zwischen den beiden Extremen stehen *inquilinus* (Taf. 18 Fig. 2, 10) und *Fraknóii* (Taf. 18 Fig. 1). Der Rand der Hinteröffnung der Hülse ist aber in allen Fällen glatt.

An der Hülse aller übrigen Tintinnodeen befindet sich nur eine Öffnung, durch welche das Thierchen sich hervorstreckt und zurückzieht.

Die vordere Öffnung ist je nach der Art von verschiedener Form und Ausdehnung. Sehr häufig ist sie so weit wie die ganze Hülse, manchmal noch weiter, zuweilen aber auch enger, so bei *Amphorella tuberculata* und *Undella Dohrnii* (Taf. 18 Fig. 20, 22). Der Rand der Öffnung ist bei einem kleinen Theil der Arten gerade geschnitten und glatt, bei einigen aber gezähnelt oder ausgezackt, wie bei *Amphorella subulata* (Taf. 18 Fig. 7) und bei der von Claparède und Lachmann als *Tintinnus denticulatus* benannten und beschriebenen *Cyttarocylis* (p. 201, Taf. 8 Fig. 1 et 1 *A*). Sehr häufig ist er kragenartig nach außen gebogen; die Spuren davon finden sich bei *Tintinnus* (Taf. 18 Fig. 1, 3, 14, 15), kräftiger entwickelt aber bei den meisten *Amphorella* (Taf. 18 Fig. 4, 5, 8, 9), bei *Petalotricha ampulla* (Taf. 21 Fig. 7, 14, 19) und auf der höchsten Stufe der Entwicklung bei *Tintinnopsis campanula* (Taf. 20 Fig. 11, 13, 15), wo der Kragen der Hülsenöffnung einen die Körperlänge überschreitenden Durchmesser erreichen kann.

Die äußere Gliederung der Hülse ist ziemlich constant. Den Ausgangspunkt bilden diejenigen Formen, wo der Rand der Öffnung gerade abgeschnitten, das hintere Ende der Hülse entweder gerade oder stumpf abgerundet ist. Dieser Fall trifft ein bei den Süßwasser-*Tintinnidium*, bei dem Claparède und Lachmann'schen *Tintinnidium mucicola*, bei manchen *Tintinnus*, *Amphorella*, *Undella* und zahlreichen *Tintinnopsis* (Taf. 18 Fig. 1, 3, 14, 16, 17, 19, 22; Taf. 19 Fig. 1—9, 14, 27, 28; Taf. 20 Fig. 2, 3). Bei einer anderen Gruppe von Arten findet sich eine mehr oder weniger auffallende Gliederung, hervorgerufen dadurch, dass der Rand der Öffnung einen entweder gerade nach außen gebogenen oder einen Anfangs steigenden und erst später sich umstülpenden Kragen bildet, ferner dadurch, dass

Digitized by Google

das Hülsenende sich in eine kürzere oder längere, gerade oder gekrümmte Verlängerung fortsetzt, wie dies bei *Tintinnidium neapolitanum* (Taf. 19 Fig. 32), bei zahlreichen *Amphorella* und *Tintinnopsis* (Taf. 18 Fig. 4—7, 9, 18; Taf. 19 Fig. 10—13, 15—21, 23—26, 29, 33 und Taf. 20 Fig. 1, 4—9, 11, 13, 15, 17, 18), ferner bei *Cyttarocylis Treforti, Markusovszkyi* und *Claparèdei* (Taf. 21 Fig. 1, 4, 5) wahrzunehmen ist. Nicht selten ist außer dem Kragenrand der Hülsenöffnung auch noch die Verlängerung am Hülsenende weiter entwickelt, wie bei *Tintinnus acuminatus*, *Undella spiralis*, *Tintinnopsis campanula* und verwandten Formen (Taf. 18 Fig. 6, 8; Taf. 20 Fig. 6—9, 11, 13, 15). Die Gliederung der Hülse endlich ist am charakteristischsten bei *Amphorella tuberculata* (Taf. 18 Fig. 20), bei *Codonella* und *Dictyocysta* (Taf. 19 Fig. 22; Taf. 20 Fig. 10, 12, 14, 16, 19, 20; Taf. 21 Fig. 8, 9), dann bei einzelnen *Cyttarocylis* und bei denjenigen *Petalotricha* (Taf. 20 Fig. 24—30; Taf. 21 Fig. 2, 3, 7, 10, 13—15, 19), wo die Hülse, wie schon Entz hervorhebt (**1.** p. 413 etc.; **2.** p. 204 etc.), in Aufsatz und Wohnfach sich abtheilt, wovon jener dem ausgestreckten Thierchen als Stützpunkt, dieses hingegen beim Sichzurückziehen als Wohnung dient. Diese beiden Hülsentheile sind am einfachsten bei *Tintinnopsis nucula* geschieden (Taf. 19 Fig. 30, 31), wo ein einfacher Einschnitt die Grenze beider andeutet, etwas schärfer entwickelt bei *T. ventricosa* (Taf. 20 Fig. 9, 20), wo der Aufsatz häufig von glatter Oberfläche und biegsam ist. Bei *Codonella lagenula* sind die beiden Theile der Hülse schon stark und manchmal auch in ihrem äußeren Bau verschieden, noch größer aber ist der Unterschied bei *Codonella annulata*, denn der Aufsatz ist außen geringelt, ohne fremde Körperchen, das Wohnfach hingegen ist an seiner Oberfläche mit zahlreichen fremden Körperchen bedeckt (Taf. 20 Fig. 21). Sehr auffällig und charakteristisch ist der Aufsatz der Dictyocystiden, wo er von viereckigen Maschenlöchern durchbrochen ist (Taf. 21 Fig. 8, 9); nicht weniger auffällig ist er bei *Cyttarocylis cistellula* und *Petalotricha ampulla*, indem bei jener Art am vorderen Rande ein ein- und aufwärts gerichteter, bei dieser hingegen ein etwas schiefer auf- und auswärts gebogener Kragen hervorsteht (Taf. 20 Fig. 17; Taf. 21 Fig. 2, 10, 15 und 7, 14, 19).

Einem interessanten Falle von äußerer Gliederung der Hülse begegnen wir bei *Tintinnus* = *Tintinnopsis helix* Cl. et L., und bei *Cyttarocylis Claparèdei* und *annulata*. Bei jener ist den Angaben Claparède und Lachmann's zufolge am hinteren Hülsendrittheil ein

Digitized by Google

Spiralgang abgesondert (p. 206, Taf. 8 Fig. 8); bei *Cyttarocylis Claparèdei* finden sich am Vordertheile der Hülse 4—5 Spiralgänge vor, wie das schon CLAPARÈDE beobachtete, der diese Form als *Tintinnus Ehrenbergii* beschrieb (p. 1, Taf. 1 Fig. 3); die Hülse von *Cyttarocylis annulata* scheint ihrer ganzen Länge nach aus spiralig gewundenen Bändern zu bestehen (Taf. 21 Fig. 6). Zu diesen gesellt sich noch *Amphorella subulata* Ehrbg., wo am vorderen Ende der Hülse 5—6 Querringe zu unterscheiden sind, an deren Rändern selten spitzige, meistens stumpf abgerundete Zähnchen hervorragen (Taf. 18 Fig. 7).

Die Hülse weist sowohl im Allgemeinen in ihrem äußeren Bau, als auch im Einzelnen in ihrer inneren feineren Zusammensetzung je nach der Gattung charakteristische Abweichungen und Eigenthümlichkeiten auf. Hierauf wurde zuerst EHRENBERG aufmerksam, der bei der Aufstellung der Gattung *Dictyocysta* die von Poren durchbrochene Hülse voraussetzte und bei der Charakteristik derselben ein Hauptgewicht darauf legte (4. p. 236). CLAPARÈDE und LACHMANN beschreiben zwar mehrere im Bau abweichende Tintinnodeen, darunter solche mit einschichtiger, homogener, structurloser, dann mit einschichtiger, mit Kiesel- und Kalkplättchen bedeckter, ferner solche mit zweischichtiger Hülse, legten aber auf diese Verschiedenheiten kein Gewicht (p. 196—210, Taf. 8, 9). HAECKEL zieht bei der Charakterisirung der Codonelliden und Dictyocystiden neben der angeblichen Abweichung in den baulichen Verhältnissen auch den Bau der Hülse in Betracht und nimmt für erstere Familie als Kennzeichen an, dass an der Oberfläche der Hülse fremde Körperchen haften, während die Hülse der letzteren von Poren durchbrochen ist (p. 562, 566); zugleich hält er es für wahrscheinlich, dass diejenigen unter den von CLAPARÈDE und LACHMANN beschriebenen *Tintinnus*, an deren Oberfläche fremde Körperchen haften, bei den Codonelliden einzureihen seien (p. 566). FOL kennzeichnet (1. p. 13, 22) auf Grund des Hülsenbaues die Gattung *Tintinnus* und zeigt, dass deren Hülse einschichtig und nackt ist, ferner dass die Hülse der HAECKEL'schen *Dictyocysta cassis* nicht von Poren durchlöchert ist, sondern aus zwei Schichten besteht, von denen die äußere durchbrochen ist, die innere aber ein zusammenhängendes Ganze bildet, und reiht nun diese Art bei *Cyttarocylis* n. gen. ein. Ferner stellt er als *Coniocylis* eine Gattung auf, an deren einschichtiger Hülse fremde Körperchen kleben. Später macht er auf Grund des Hülsenbaues einen detaillirten Unterschied unter den Tintinnodeen; er unterscheidet nämlich *Tin-*

Digitized by Google

tinnus mit zweischichtiger, *Codonella* mit einschichtiger, mit fremden Körperchen behafteter, *Dictyocysta* mit durchbrochener und endlich *Cyttarocylis* mit zweischichtiger, zwischen den beiden Schichten mit Querplättchen versehener Hülse. Zugleich erklärt er, dass die von ihm früher aufgestellte *Coniocylis* identisch ist mit *Codonella* (2. p. 31, 52—61). Entz weist (1. p. 405) vor Allem darauf hin, dass sich im Bau der Hülsen zwei Typen unterscheiden lassen, nämlich eine kleinere Gruppe mit gallertartiger, und eine größere Gruppe mit steifer Hülse; im letzteren Falle ist die Oberfläche entweder ganz glatt, ohne fremde Körperchen (*Tintinnus*) oder mit fremden Körperchen bedeckt (*Codonella*) oder aber von Poren durchlöchert (*Dictyocysta*). In seinem zweiten Werke schließt er sich der Unterscheidung Fol's in Bezug auf *Dictyocysta* an und bestätigt dessen Behauptung, dass die Hülse der Haeckel'schen *D. cassis* nicht durchbrochen sei, sondern aus zwei Schichten bestehe, zwischen welche regellose Räume mit querabschließenden Plättchen sich befinden; zugleich behält er für letztere Art den Namen der von Fol aufgestellten *Cyttarocylis* bei. Die Hülse der *Dictyocysta* aber hält er übereinstimmend mit Fol ebenfalls für durchbrochen (2. p. 213).

Meine eigenen Beobachtungen über den Bau der Hülse fasse ich im Folgenden zusammen.

Bei einem sehr kleinen Theil der Arten, und besonders bei denen, die von Kent und Entz zu *Tintinnidium* gezählt werden, ist die Wandung der Hülse gallertig, und zwar bei *T. fluviatile* und *mucicola* entweder ganz homogen oder höchstens nur mit feinen eingelagerten fremden, stark lichtbrechenden Körnchen belegt, während bei *semiciliatum* nach Sterki's Angaben verdaute Pflanzenreste, Pilz- und Algenfäden, und bei *neapolitanum* nach meinen eigenen Beobachtungen Kiesel- und Kalkplättchen an der Gallertmasse der Hülse sich vorfinden (Taf. 19 Fig. 32). Bei allen übrigen Arten ist die Hülse steif, bald einschichtig, homogen, structurlos oder gestreift und punktirt; bald einschichtig mit angeklebten Kiesel- und Kalktheilchen an der Oberfläche: bald zweischichtig mit glatter Oberfläche oder mit Kiesel- und Kalktheilchen an derselben. Die einfachsten Verhältnisse finden sich bei *Tintinnus* und *Amphorella* (Taf. 18 Fig. 1—7, 9, 10, 14—16 und 18—20), deren Hülsen einschichtig, structurlos mit ganz nackter, bei einzelnen Arten indessen mit verschiedenen Sculpturen geschmückter Oberfläche sind. So findet sich an der Hülsenoberfläche von *Amphorella quadrilineata* (Taf. 18 Fig. 9), *ganymedes* (Fig. 18) und *striata* (Fig. 16) eine kleinere oder größere

Digitized by Google

Menge von Längsrippen, bei *punctatostriata* (Fig. 19) treten zwischen den Längsrippen stark lichtbrechende kleine Punkte auf, an der Oberfläche von *tuberculata* endlich sind bogenförmige Erhebungen wahrzunehmen (Fig. 20). Bei einem anderen und zwar sehr bedeutenden Theile der Arten sind an der Oberfläche der einschichtigen Hülse fremde Körperchen, Kiesel- und Kalkplättchen angeklebt, wie dies bei sämmtlichen *Tintinnopsis* der Fall ist, zu denen auch, mit Ausnahme von *Codonella lagenula* und *annulata* die von den früheren Forschern als *Tintinnus* (Cl. et L.), *Tintinnopsis* (Stein), *Codonella* (Haeckel, Fol, Entz) beschriebenen gehören, und deren Oberfläche mit fremden Körperchen geschmückt ist (Taf. 19 Fig. 2—21, 23—31 und 33; Taf. 20 Fig. 1—9, 11, 13, 15, 17—20, 22, 23). Die Hülse aller übrigen Arten ist zweischichtig. Bei einer Gruppe derselben, welche ich zu *Undella* brachte, sind die beiden Schichten ganz getrennt, so dass dazwischen ein freier Raum bleibt. Hierher gehören die von Claparède und Lachmann auf Taf. 9 Fig. 5*a*, 5*b* abgezeichneten und im Text unbenannt beschriebenen zwei Formen, von denen später Entz die eine nach den im Mageninhalt von *Antedon rosaceus* und Salpen gefundenen Hülsen unter dem Namen *Tintinnus Claparèdei* beschreibt (**2.** p. 202, Taf. 14 Fig. 10, 11); weiter gehören hierher die von Entz als *Tintinnus anadyomene* (**1.** p. 409, Taf. 24 Fig. 19) und von Fol als *T. spiralis* beschriebenen Arten (**1.** p. 21, Taf. 1 Fig. 4 und **2.** p. 53, Taf. 4 Fig. 4), so wie auch die von mir gefundenen *Undella hyalina* und *Dohrnii* (Taf. 18 Fig. 17, 22), von welchen die beiden ersten an ihrer Hülsenoberfläche spirale Linien, die beiden letzten dazwischen kleine, stark lichtbrechende Punkte haben (Taf. 18 Fig. 8), während die beiden Schichten und die Oberfläche der Hülse bei den anderen ganz glatt sind (Taf. 18 Fig. 17, 22 und Taf. 19 Fig. 1). Dem Hülsenbau von *Undella* nahe verwandt ist derjenige von *Codonella*, indem auch hier die Hülse aus zwei aus einander stehenden Schichten besteht, aber an die äußere Schicht sind Kiesel- und Kalkplättchen angeklebt, außerdem sind bei vielen Exemplaren von *Codonella lagenula*, wie dies auch Claparède und Lachmann (Taf. 8 Fig. 10), Haeckel (Taf. 28 Fig. 9), ferner Entz (**1.** Taf. 24 Fig. 11 und **2.** Taf. 14 Fig. 14) beobachteten, kleinere oder größere zellenähnliche Gebilde vorhanden, und zwar bald nur auf dem Aufsatz, bald nur am Wohnfach, bald auch an beiden. Die beiden Hülsenschichten sind aber nur am Wohnfach von einander getrennt, während sie bei dem Aufsatz sich vereinigen (Taf. 20 Fig. 10, 12, 21). Bei *Petalotricha* scheint der Raum zwischen den

Digitized by Google

beiden Schichten mit einer feinkörnigen Masse gefüllt zu sein (Taf. 21 Fig. 18); bei sämmtlichen Formen von *Cyttarocylis* endlich treten, wie zuerst FOL bei *cassis* und *cistellula* (2. p. 31, 55), dann ENTZ bei *euplectella* nachwies (2. p. 213), in dem zwischen den Schichten liegenden Raume Querplättchen auf (Taf. 20 Fig. 24, 25, 27 und Taf. 21 Fig. 10, 20), welche bald gleich große, regelmäßige, polyedrische Räumchen einschließen, wie bei *Treforti* (Taf. 21 Fig. 1), bald kleinere oder größere unregelmäßige Räumchen begrenzen, wie dies bei allen übrigen Arten der Fall ist (Taf. 20 Fig. 26, 27, 29, 30; Taf. 21 Fig. 2—6, 13, 15). Diese Hülsenstructur ist am auffallendsten bei *Markusovszkyi*, *annulata* und *Claparèdei*, und zwar hauptsächlich am Grunde des Hülsenstieles, wo sie von schwammartiger Zusammensetzung zu sein scheint (Taf. 21 Fig. 3—6). Wahrscheinlich sind auch die von CLAPARÈDE und LACHMANN als *Tintinnus denticulatus* (p. 201, Taf. 8 Fig. 1, 1 *A*) und *T. Ehrenbergii* (p. 203, Taf. 8 Fig. 6. 7) beschriebenen zwei Arten von derselben Beschaffenheit, wie auch schon FOL vermuthete (2. p. 57), und welche ich eben darum zu *Cyttarocylis* ziehe. Die Hülsen von *Dictyocysta* werden, wie früher erwähnt, von EHRENBERG, HAECKEL, FOL, KENT und ENTZ als von Poren durchbrochen angegeben, meine hierauf bezüglichen Beobachtungen überzeugten mich aber davon, dass dem nicht so ist, sondern dass sie ganz mit den Hülsen von *Cyttarocylis* übereinstimmen; der Unterschied zwischen beiden besteht nur darin, dass der Aufsatz bei *D.* große Maschenlöcher hat, bei *C.* dagegen entweder ganz so beschaffen ist, wie das Wohnfach, oder aber an seiner Wandung der Querplättchen entbehrt (Taf. 20 Fig. 33). Nach Zusammensetzung und Bau der Hülse gruppiren sich daher die bis jetzt bekannten Gattungen in der unten p. 521 angegebenen Weise.

Was die chemische Zusammensetzung der Hülse betrifft, so war EHRENBERG der Ansicht, dass sie bei *Dictyocysta* aus Kieselsäure bestehe; dies glaubt auch HAECKEL (1. p. 562), während er die Hülse der Codonelliden für chitinartig hält (p. 566). Die erschöpfendsten Angaben macht aber FOL (p. 12; 2. p. 30), eben so ENTZ (1. p. 404). Ersterer weist durch Anwendung von Reagentien zweifellos nach, dass die Hülsen der Tintinnodeen, und darunter natürlich auch die von *Dictyocysta* chitinartig sind und keine Kieselsäure enthalten. Meine eigenen Versuche, hauptsächlich mit Fluorwasserstoffsäure, Kalilauge und concentrirter Schwefelsäure, ergaben mir Folgendes:

1) Die Flusssäure lässt die nackte Hülsenoberfläche (*Tintinnus*,

Digitized by Google

Amphorella, *Undella*, *Petalotricha*, *Cyttarocylis*, *Dictyocysta*) ganz unberührt, während sie von der mit fremden Körperchen bedeckten (*Tintinnopsis*, *Codonella*) die Kieselplättchen auflöst; alsdann zeigt sich ein Netz, in dessen Zwischenräumen man leicht die frühere Gestalt der aufgelösten Kieselplättchen erkennen kann.

2) Kalilauge lässt die Oberfläche selbst beim Kochen unverändert, höchstens verändert sich die Farbe.

3) In kalter concentrirter Schwefelsäure verschwinden die Hülsen nach längerer Einwirkung ganz, heiße concentrirte Schwefelsäure löst sie nach kurzer Zeit auf, und zwar die nackten spurlos, die anderen mit Zurücklassung der Kieselplättchen.

Diese Versuche bestätigen also die Behauptung von Fol und Entz und stellen fest, dass die Hülse nicht aus Kieselsäure, sondern aus einem dem Chitin verwandten Stoffe besteht. Die Anwendung von Fluss-, Schwefel- und Salzsäure überzeugte mich auch davon, dass der Hülsenoberfläche bei *Tintinnopsis* und *Codonella* sowohl Kiesel- als auch Kalkplättchen anhaften; letztere bleiben in Flusssäure unverändert, lösen sich dagegen unter Bildung von kleinen Luftbläschen in Schwefel- und Salzsäure auf.

Den ergänzenden resp. zufälligen Theil der Hülse bildet der bisher nur bei *Codonella*, *Cyttarocylis* und *Dictyocysta* vorkommende Schließapparat, den zuerst Fol bei *Codonella lagenula* (2. p. 42) bemerkt und den fast gleichzeitig Entz bei derselben Art, so wie bei *Dictyocysta* = *Cyttarocylis polymorpha* und *D. templum* beschrieben hat (1. p. 404; 2. p. 203, 208, 210). Nach der Meinung Fol's besteht er bei *C. lagenula* aus einer am Grund des Aufsatzes befestigten, zusammenhängenden Membran, welche sich erweitert, wenn das Thierchen sich aus der Hülse emporhebt, beim Rückzug desselben aber nach Art der Gummi-Tabaksbeutel sich zusammenlegt (2. p. 42). Entz gab zuerst an, er bestehe aus 12 selbständigen, spitzigen dreieckigen Plättchen, welche sich gegen einander neigen und so ein kegelförmiges Dach bilden (1. p. 404). Später erklärt er auf Grund seiner Beobachtungen an *Cyttarocylis polymorpha* und *D. templum*, dass die dreieckigen Plättchen durch eine feine Membran verbunden seien (2. p. 204). Letzteres kann ich bestätigen und habe mich besonders bei *C. lagenula* (Taf. 20 Fig. 16) und *D. templum* davon überzeugt. Der Schließapparat ist übrigens, wie schon Entz betont, kein beständiger Theil der Hülse; denn bei den meisten Arten fehlt er, selbst innerhalb derselben Art ist er nicht bei allen Individuen anzutreffen. Was für natürliche

Digitized by Google

Umstände zu seinem Vorkommen mitwirken, werden vielleicht spätere Untersuchungen aufklären, dass er aber zum Schutze des Thieres dient, ist zweifellos.

Äufsere Körperform.

Im Zusammenhang mit der hochgradigen Contractilität des Körpers kann die Körperform der Tintinnodeen, wie schon ENTZ hervorhebt (1. p. 391), verhältnismäßig zwischen weiten Grenzen sich verändern. Der Körper ist meistens im ausgestreckten Zustande glockenförmig, und dieser Umstand bewog SCHRANK dazu, *Trichoda* O. F. M. mit dem Namen *Tintinnus* zu belegen. Bei manchen Arten hat übrigens der Körper eine mehr oder weniger längliche Birnform, so besonders bei den verhältnismäßig lange Hülsen bewohnenden *Tintinnidium*, *Tintinnus*, *Amphorella*, *Undella* und *Cyttarocylis*, so wie bei manchen *Tintinnopsis*. Sehr interessant, und in dieser Hinsicht von allen vorher erwähnten abweichend, ist *Undella Claparèdei*, deren Körper gedrungen und einem überall gleich weiten Schlauche ähnlich ist (Taf. 19 Fig. 1), eben so auch *U. hyalina*, deren Körper, abweichend von allen walzenförmigen Arten, am hinteren Zweidrittel ganz abgeflacht ist (Taf. 18 Fig. 17).

Am Körper sämmtlicher Arten lassen sich zwei Abschnitte unterscheiden, nämlich der Leib und der Stiel, welche bald unmerklich in einander übergehen, bald aber auffallender von einander getrennt sind, wie dies besonders bei *Petalotricha ampulla* (Taf. 21 Fig. 7), *Undella hyalina* (Taf. 18 Fig. 17) und *U. Claparèdei* (Taf. 19 Fig. 1) der Fall ist.

Die Form- und Größenverhältnisse des Leibes hängen vom Grade der Zusammenziehung ab, meistens ist er cylindrisch, geradlinig, bei manchen Arten in der Mitte auf beiden Seiten ausgehöhlt, wie bei *Dictyocysta Templum* (Taf. 21 Fig. 8), wo er einigermaßen biscuitförmig ist. Der vordere Theil des Leibes hat aber in allen Fällen einen etwas größeren Durchmesser als der Rest und bildet eine gerade abgeschnittene Scheibe, an welcher das Peristom sitzt; das hintere Ende ist dagegen bald auffallend, bald undeutlich abgerundet oder auch zugespitzt.

Der Stiel bildet meistens die unauffällige Fortsetzung des Leibes und ist nur selten deutlicher davon geschieden. Die meisten Arten haben nur einen Stiel, während dagegen bei *Undella hyalina* drei (Taf. 18 Fig. 17), bei *U. Claparèdei* vier Stiele vorhanden sind, welche an die häufigen Fortsätze einzelner hülsenbewohnenden

Digitized by Google

Rhizopoden erinnern. Diese entspringen am hinteren Ende des Leibes aus vier gegenüber liegenden Punkten. — Er ist immer cylindrisch, nach hinten stufenweise sich verjüngend und je nach den Arten von verschiedener Länge, bald so lang wie der Leib, bald etwas länger. Bei den Arten mit langgestreckten Hülsen ist er gewöhnlich länger, als bei denjenigen mit kurzen Hülsen, und dieses Verhältnis besteht auch innerhalb der Arten selbst, wie ENTZ an *Tintinnidium fluviatile* nachweist (2. p. 188).

In ihrer Structur sind die Stiele der verschiedenen Arten ziemlich übereinstimmend, und obwohl sie eine starke Fähigkeit zur Zusammenziehung besitzen, so findet sich in ihrem Inneren doch kein an den Stiel der Vorticellinen erinnerndes elastisches Band (Stielmuskel), wie schon CLAPARÈDE und LACHMANN bemerken, die darin auch eine wesentliche Verschiedenheit zwischen den Vorticellinen und Tintinnodeen erblicken (p. 195). Vielmehr ist der Ausgangspunkt ihrer Zusammenziehung das durchsichtige und homogene Protoplasma, welches wahrscheinlich eine einfache Fortsetzung des Ectoplasma des Leibes ist, worauf man aus dem Umstande schließen kann, dass der Stiel des die Hülse verlassenden Thierchens spurlos in das Protoplasma des Leibes übergeht. Eine geringe Einschnürung an dem Stiel bemerkte zuerst FOL bei *Undella spiralis* (1. Taf. 1 Fig. 4 und 2. Taf. 4 Fig. 4). Bei dieser Art sind nämlich ihm zufolge an dem verhältnismäßig sehr langen und dünnen Stiele zwei eiförmige Anschwellungen, die eine in der Mitte derselben, die andere nahe am Ende, nicht weit von dem Anheftungspunkt. Solche Bildungen fand auch ich an den Stielen von *Tintinnus inquilinus* und *angustatus* (Taf. 18 Fig. 15); welche Rolle aber diese Bildungen spielen, und ob sie überhaupt eine besondere Bestimmung haben, das zu erforschen ist mir eben so wenig gelungen, wie FOL. Dass ihre Aufgabe keine wichtige sein kann, lässt der Umstand vermuthen, dass sie nicht einmal bei allen Individuen derselben Art vorkommen.

Der Stiel bewerkstelligt immer das Anhaften des Thierchens am Inneren seiner Hülse, und dies geschieht, wie ENTZ an sehr vielen Arten und besonders an *Tintinnidium fluviatile* nachwies (2. p. 188), an verschiedenen Punkten der Hülse. Bei den *Tintinnus*, welche in Hülsen mit Vorder- und Hinteröffnung wohnen, ist der Stiel ausschließlich an der Seitenwand befestigt, und zwar bald an der Mitte (Taf. 18 Fig. 1), bald am hinteren Drittel (Fig. 10, 15); diesen Fall beobachtete ich auch bei *Undella spiralis* (Taf. 18 Fig. 8) und *Cyttarocylis Treforti* (Taf. 21 Fig. 1), während bei allen anderen Arten

Digitized by Google

er am Mittelpunkte des Hintertheiles der Hülse oder in seiner unmittelbaren Nähe befestigt ist. Letzterer Fall ist besonders bei denjenigen Arten häufig, wo das Hülsenende in einen Fortsatz übergeht. Bei *Undella hyalina* (Taf. 18 Fig. 17) und *Claparèdei* (Taf. 19 Fig. 1) endlich ist der kurze Stiel immer an der Seitenwand des Hülsenendes befestigt.

Der Stiel klebt, so weit ich dies bei den verschiedensten Arten aufmerksam untersuchen konnte, einfach an der Hülse fest. Entz unterschied um den Befestigungspunkt des Stieles bei *Tintinnus* = *Amphorella amphora* kleine Scheibchen (1. p. 391, Taf. 24 Fig. 20), bei *Tintinnidium fluviatile* fand er am Stielende feine »cilienartige Fortsätze« (2. p. 189, Taf. 13 Fig. 7). Ich halte es übrigens für sehr wahrscheinlich, dass bei allen Tintinnodeen das Stielende sich mehr oder weniger scheibenförmig erweitert, um so die Hülse an einer größeren Oberfläche zu berühren und die Befestigung sicherer zu bewerkstelligen.

Structur der Körperoberfläche.

Die Oberfläche des Körpers sämmtlicher Arten ist mit einer äußerst feinen und structurlosen Cuticula bedeckt, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung wahrscheinlich nicht sehr von dem Protoplasma des Körpers abweicht, da sie gleich jenem bei Zusatz von Kalilauge spurlos verschwindet.

Über den feineren Bau der Körperoberfläche und die Bewimperung sind die Forscher sehr verschiedener Meinung. O. Fr. Müller, Schrank, Ehrenberg und Dujardin scheinen, wenn auch stillschweigend, der Ansicht zu huldigen, sie sei unbewimpert; darauf scheinen auch ihre Zeichnungen hinzuweisen. Nach der Meinung Claparède und Lachmann's ist sie dagegen mit feinen Wimpern dicht bedeckt (p. 192), wie auch die Abbildungen (Taf. 8 Fig. 10—12, 14 und Taf. 9 Fig. 1) lehren. Nach Stein ist der Körper von *Tintinnidium fluviatile* ganz nackt, und nur in der Nähe des Peristomes befindet sich zu beiden Seiten eine Reihe kurzer, steifer Wimpern, wie dies folgende Bemerkung andeutet: »die ganze äußere Körperoberfläche ganz nackt, nur nahe unter dem vorderen Ende des Peristoms sitzt auf jeder Seite des Körpers eine ganz kurze Längsreihe von wenigen steifen, abstehenden, feinen Borsten, die nicht schwingen und dem Thiere offenbar zur Unterstützung beim Emporsteigen in seiner Hülse dienen« (p. 153). In gleicher Weise fand er bei

Digitized by Google

Tintinnus inquilinus eine Reihe borstenförmiger Wimpern, die er bei beiden Arten für gleichartig hält, obschon sie in mancher Hinsicht von einander abweichen, besonders durch ihre Bewegung, was er selbst in Folgendem andeutet: »auf der einen Seite des Körpers im vorderen Dritttheil eine Längsreihe feiner borstenförmiger Wimpern. die deutlich schwingen und bald aufgerichtet, bald niedergelegt werden; sie sollen den beiden vorderen Borstenreihen von *Tintinnidium fluviatile* entsprechen« (p. 153). Ganz verschieden hingegen beschreibt er die Bewimperung bei *Tintinnopsis beroidea*, und zwar wie folgt: »Über den ganzen Körper verliefen vom Peristom bis zum hinteren Körper zahlreiche, durch schmale, ganz glatte Zwischenräume von einander getrennte Längsreihen von äußerst kurzen und feinen, dicht hinter einander stehenden Wimpern, wodurch der Körper ein sehr zierliches längsrippiges Aussehen erhielt« (p. 154). Dem entgegen behauptet HAECKEL, der Körper der Dictyocysten sei ganz kahl, während er bei den Codonellen und besonders bei *Codonella* = *Tintinnopsis campanella* auf seiner ganzen Oberfläche mit feinen Wimpern bedeckt sei (p. 565). FOL behauptet ganz bestimmt, der Körper sei bei sämmtlichen Tintinnodeen kahl. KENT hält auf Grund der Angaben CLAPARÈDE und LACHMANN's, STEIN's, HAECKEL's und FOL's manche Arten für bewimpert, namentlich *Tintinnidium*, *Amphorella*, *Undella*, *Tintinnopsis* und *Codonella* (welche er als *Tintinnus*, *Tintinnidium*, *Codonella* und *Tintinnopsis* unter den Familiennamen der Tintinnodae und Codonellidae zu den Heterotrichen rechnet), andere dagegen für nackt (*Dictyocysta* und *Petalotricha*, zu letzterer Gattung auch *Undella spiralis* Fol gehörig), die er daher auch als Familie Dictyocysta nicht nur von den beiden ersten Familien trennt, sondern sogar zu den Peritrichen zieht (p. 575 und 622). ENTZ erklärt sich nach einer kritischen Darstellung der oben kurz angedeuteten Ansichten auf Grund seiner Studien an *Tintinnidium fluviatile* und *Tintinnopsis beroidea* für STEIN, zeigt aber zugleich, dass es zweierlei Wimpern giebt, nämlich steife, feine Borsten für begrenzte Bewegungen und flimmernde feine Wimpern. Von jenen aber bemerkt er: »Die steifen Borsten scheinen nur jenen Tintinnodeen eigen zu sein, welche gallertige Röhren bewohnen, d. h. der KENT'schen Gattung *Tintinnidium*; bei keiner Tintinnode mit solider Hülse wurden sie bis jetzt beobachtet« (1. p. 399). Daneben zeigt er ebenfalls nach eigenen Beobachtungen, dass bei *T. fluviatile* nicht, wie STEIN annimmt, nur an beiden Seiten Borsten sind, sondern dass am ganzen Körper eine größere, und zwar je nach den

Digitized by Google

Individuen sich ändernde Menge von Borsten unregelmäßig zerstreut vorhanden ist, und giebt der Überzeugung Ausdruck, dass auch die von STERKI an der Körperoberfläche von *Tintinnidium semiciliatum* beschriebenen größeren wimperartigen Borsten zu dieser Categorie gehören (2. p. 191—192). Über die feinen Wimpern gelangte er bei *Tintinnopsis beroidea* (1. p. 400) und später auch bei *Tintinnidium fluviatile* (2. p. 192) zu folgendem Resultate: »Gewöhnlich sieht man zwar bei *Codonella beroidea* eben so wenig etwas von Körperwimpern, als bei den übrigen Tintinnodeen, und ich dachte bereits entschieden behaupten zu können, dass die pelagischen Tintinnodeen alle wimperlos sind, als ich zu meiner nicht geringen Überraschung am rechten Rande der vorderen Körperhälfte eines längere Zeit beobachteten Exemplares eine Wimperreihe aufflimmern und wie spurlos wieder verschwinden sah, so dass das Thier wieder ganz wimperlos erschien. Nachdem ich auf dieses Phänomen einmal aufmerksam geworden, demselben weiter nachforschte, wurde es mir bald klar, dass sich die erwähnten Wimpern in einer von rechts nach links absteigenden Spirallinie vom vorderen Körpertheile bis zum Schwanzende verfolgen lassen und dass sich ähnliche Wimperreihen in regelmäßigen Abständen über den ganzen Körper verbreiten« (1. p. 400). Zum Schlusse folgert er: »Der Körper höchst wahrscheinlich aller Tintinnodeen trägt vom Peristom bis zum Schwanzende in schräg von rechts nach links verlaufenden Spirallinien geordnete Wimpern, welche gewöhnlich dem Körper fest angeschmiegt sind und daher von vielen Forschern gänzlich übersehen wurden« (1. p. 401).

Bei den verschiedenen Ansichten über diese Sache unterwarf ich die Körperbewimperung der von mir untersuchten Arten einer besonders genauen Untersuchung. Sehr geeignete Objecte fand ich in den durchsichtige Hülsen bewohnenden *Tintinnus*, *Amphorella*, *Undella* und *Cyttarocylis*, so wie in *Petalotricha* und *Dictyocysta*, wo ich, wie auch bei zahlreichen *Tintinnopsis* und *Codonella*, mich vollständig von dem Vorhandensein von Wimpern an der Körperoberfläche überzeugte. Ferner gelangte auch ich zur Bestätigung der STEIN'schen Funde an *Tintinnopsis beroidea*, und was STEIN und ENTZ übereinstimmend für genannte Art, Letzterer von *Tintinnidium fluviatile* sagen, erkläre ich für alle Tintinnodeen gültig (Taf. 18 Fig. 1—4, 7, 17; Taf. 19 Fig. 14, 28; Taf. 20 Fig. 18; Taf. 21 Fig. 1, 3, 8, 10). Hiernach kann ich also aussprechen:

1) Die Körperoberfläche der Tintinnodeen ist ohne Ausnahme bewimpert.

Digitized by Google

2) Bei einzelnen Arten und besonders bei denen von *Tintinnidium* befinden sich nach den übereinstimmenden Angaben STEIN's und ENTZ' zweierlei Wimpern, nämlich entweder in mehreren Längsreihen gestellte, oder über den ganzen Körper unregelmäßig zerstreute, ziemlich steife Borsten und spiralreihig geordnete feine Wimpern, während bei allen anderen Arten nur die in Spiralreihen geordneten Wimpern vorkommen.

3) An der Körperoberfläche ziehen sich feine Wimpern von rechts nach links, und zwar in Spiralreihen vom Grunde des Peristoms bis zum Stielgrund, welche durch große Zwischenräume von einander getrennt sind.

4) Bei allen marinen und wahrscheinlich auch bei den Süßwasserarten sind die Wimpern an der Körperoberfläche nur in vier Spiralreihen geordnet.

Über die Structur der spiralreihigen Wimpern geben CLAPARÈDE und LACHMANN, so wie HAECKEL keine näheren Aufschlüsse, sondern bemerken nur, dass sie sehr fein sind, während dagegen ENTZ auch in diesem Punkte die *Tintinnopsis beroidea* ausführlich beschreibt, indem er von deren Bewimperung sagt: Die Wimperreihen »bestehen aus verhältnismäßig langen, fein zugespitzten, abgeflachten, nach rechts und vorn gerichteten Wimpern, welche — wie etwa die Contourfedern der Vögel — dem Körper gewöhnlich angeschmiegt getragen werden, so dass sie einzeln nicht zu unterscheiden sind und in ihrer Gesammtheit die erwähnte helle Grenzzone des Körpers darstellen. Aber selbst wenn sie aufgerichtet werden, sind sie noch immer schwer zu unterscheiden, da sie vermöge ihrer Abflachung ganz durchsichtig sind: nur am rechten Körperrande, wo sie vorspringen, lassen sie sich leicht erkennen; am Schwanzende aber kann man oft die hintersten Wimpern zu einem pinselartigen Schopf zusammengedreht beobachten« (**1.** p. 400).

Auf Grund meiner Untersuchungen kann ich diese Daten von ENTZ sowohl im Allgemeinen als auch im Einzelnen bestätigen, und bemerke nur, dass die Wimperreihen, wie auch die einzelnen Wimpern, nicht auf einmal, sondern abwechselnd in kleineren oder größeren Zwischenräumen sich nach vorn und aufwärts heben, dann nach hinten und unten sich senken, und zwar die Wimpern in kleineren oder größeren Gruppen. Sehr wahrscheinlich wurden die früheren Forscher hierdurch zu der Annahme veranlasst, dass viele Wimperreihen vorhanden seien.

Digitized by Google

Das Peristom.

Ein sehr interessantes, vielfach beobachtetes und gedeutetes Organ ist das Peristom. O. Fr. Müller, Schrank, Ehrenberg und Dujardin hielten es für identisch mit dem der Vorticellinen, geben aber keine erschöpfende Beschreibung davon. Die erste ausführliche, aber nicht in jeder Hinsicht befriedigende Darstellung theilen uns Claparède und Lachmann mit (p. 192—194). Nach ihnen bildet es meistens eine wagrechte, selten (*Tintinnus* = *Amphorella obliqua*) schiefliegende Scheibe, deren Rand schwach gelappt und mit langen Wimpern besetzt ist; es ist aber nicht nur am Rande bewimpert, sondern die Wimpern verbreiten sich auch über die Oberfläche der Scheibe und ziehen sich von da in mehrfachen Spiralen bis zu der seitwärts gelegenen Mundöffnung. Nach Stein besteht es bei *Tintinnidium fluviatile*, so wie bei *Tintinnus inquilinus* und *Tintinnopsis beroidea* aus einem von kräftigen Wimpern gebildeten adoralen Kranze, der aber nur scheinbar ein geschlossener Kranz ist, denn in Wahrheit sind die Wimpern in eine Spiralreihe geordnet, und bei *T. beroidea* ist innerhalb derselben noch eine zweite, aus kürzeren Wimpern bestehende Spiralreihe, welche bei der Mundöffnung endet; aber die Scheibenoberfläche, d. h. das Peristomfeld, ist kahl (p. 152—154).

Haeckel beschreibt die Peristome der von ihm unterschiedenen Familien der Dictyocysten und Codonellen nicht nur als von einander verschieden, sondern erklärt sie auch auf eine ganz abweichende Weise. Ihm zufolge besteht das Peristom bei den Formen der Dictyocysten aus einem äußeren Adoralkranze sehr langer, geißelartiger Wimpern und einem inneren Paroralkranz kurzer, ziemlich feiner Wimpern; beide Kränze sind nicht bloß von einander unabhängig, sondern liegen auch nicht in derselben Ebene, nämlich der adorale in der Nähe des Peristomgrundes, der parorale dagegen am vorderen Rand (p. 563, Taf. 27 Fig. 15). Von dem Peristom der Codonellen, welches »von demjenigen aller anderen bisher bekannten Ciliaten abweicht«, beschreibt er nur einen äußeren, aus mächtigen, geißelartigen Wimpern gebildeten doppelten Kranz, welcher in seiner Lage dem Adoralkranze der Dictyocysten entspricht, und erwähnt mehrerer dünnen, gallertartigen, biscuitförmigen Läppchen am inneren, hoch hervorragenden, dünnen Kragen; von einem inneren Wimperkranz ist nicht die Rede (p. 565, Taf. 28 Fig. 8, 11).

Sterki behandelt bei der Beschreibung von *Tintinnidium semiciliatum* auch das Peristom ausführlich und gelangt zu demselben

Digitized by Google

Resultate, wie Stein, weist aber außer dem Adoralkranz noch auf das Vorhandensein eines Paroralkranzes hin (p. 461), auch das Peristomfeld nimmt er als wimperlos an. Dagegen erklärt Fol das Peristom ziemlich abweichend, denn er giebt an, indem er sich auf *Tintinnus* = *Petalotricha ampulla* und *T.* = *Undella spiralis* stützt, die adoralen Wimpern resp. Wimperplättchen bilden einen geschlossenen Kranz, und am Peristomfeld finden sich in parallelen Längsreihen feine Wimpern vor, welche sich vom Grunde der adoralen Wimperplättchen zu der excentrisch gelegenen Mundöffnung hinziehen (1. p. 6—10, Taf. 1 Fig. 2, 4; 2. p. 34—39, Taf. 4 Fig. 2—4).

Kent verfügt zwar über keine selbständigen Untersuchungen, deutet das Peristom aber auf Grund der Angaben der Autoren mit einer gewissen Selbständigkeit, oder vielmehr er hält die Angaben von Stein und Sterki, so wie von Haeckel und Fol aufrecht; bei der Unterscheidung der Gattung *Petalotricha* leiten ihn gerade die Daten des letzteren Forschers (p. 603—613, 615—618, 624—630).

Entz weist, neben einer kritischen Würdigung der litterarischen Daten, auf eigene Untersuchungen gestützt, nach, dass das Peristom sowohl der marinen als auch der Süßwasser-Tintinnodeen, wie auch Stein und Sterki darthun, thatsächlich aus einem adoralen und einem paroralen Kranze besteht, welch letzterer sich in einer Spirale zur excentrischen Mundöffnung zieht, dass dagegen das Peristomfeld ganz kahl ist (1. p. 391—397; 2. p. 189—191).

Das Peristom sämmtlicher Tintinnodeen bildet eine am vorderen Theil des Körpers zu dessen Längenachse querliegende Scheibe. Claparède und Lachmann erwähnen zwar bei ihrem *Tintinnus obliquus* einer schiefen Lage und finden eben darin den wichtigen Unterschied zwischen dieser Art und *T. inquilinus* (p. 198, Taf. 9 Fig. 1); ich halte es aber für sehr wahrscheinlich, dass unter gewöhnlichen Umständen auch das Peristom dieser Art querliegend ist. Hierin bestärkt mich der Umstand, dass die schiefe Lage auch bei den übrigen ohne Ausnahme quere Peristome habenden Tintinnodeen vorkommt, was übrigens auch schon Stein bei *Tintinnopsis beroidea* beobachtete, wie aus folgender Bemerkung zu ersehen: »Der äußere [d. h. adorale] Wimperkranz zeigte sich oft nach rückwärts über den Körper hinweg gekrümmt und reichte dann bis zu Anfang des letzten Körperdrittels« (p. 154 Anm. 1). Dass aber die quere Lage des Peristoms jedenfalls ein charakteristisches Merkmal für alle Arten ist, wage ich auf Grund der Angaben der Forscher und meiner eigenen Untersuchungen zu behaupten.

Digitized by Google

Wie schon alle früheren Autoren melden, ist in keinem einzigen Falle das Peristom vom Körper deutlich abgesondert, höchstens zeigt eine schwache Vertiefung die Grenze zwischen beiden an. Trotzdem ist es leicht vom Körper zu unterscheiden, weil bei ihm das Protoplasma, wie auch ENTZ darthut, viel feiner und gleichartiger granulirt ist, als im Körper (Taf. 18 Fig. 1, 2, 17 etc.).

Die äußere Grenze des Peristoms bildet ein kranzartiger Ring, dessen freier Rand, wie auch CLAPARÈDE und LACHMANN beobachteten, sehr häufig gelappt ist (Taf. 18 Fig. 1, 17); die Zahl der Läppchen ist so groß, wie diejenige der adoralen Wimperplättchen. Die äußere Oberfläche des Kragens ist gerade, während die innere Fläche, wie zuerst STEIN, dann STERKI und ENTZ bewiesen (1. p. 392) leicht nach innen gebogen ist und zur Anheftung an die Wimperplättchen dient, was besonders bei dem Durchschnittsbild des Peristoms in die Augen fällt. Die Structur des Peristomrandes, wie sie HAECKEL an den von ihm unterschiedenen Familien der Dictyocysten und Codonellen beschreibt, besonders aber die hervorragenden biscuitartigen Läppchen am sägezähnigen Saume des Peristomkragens letzterer Familie (p. 565) konnte ich eben so wenig sehen, wie alle übrigen Forscher, die sich damit beschäftigten.

Wie ich eben kurz erwähnte und wie auch ENTZ betont (1. p. 392), besteht die Substanz des Peristoms aus einem äußerst feinen und meist auffallend grau granulirten Protoplasma. Auf der Grenze zwischen ihm und dem Körper liegt meist noch eine körnchenlose, durchsichtige Protoplasmaschicht (Taf. 18 Fig. 1, 2, 10, 13; Taf. 19 Fig. 10, 29, 30; Taf. 21 Fig. 4, 16). In der Substanz des Peristomsaumes hat ENTZ bei einigen Arten eiförmige, homogene, stark lichtbrechende, centrale Kügelchen wahrgenommen und zwar je eines an jedem Läppchen des Saumes, wie aus folgenden Zeilen hervorgeht: »bei manchen Species, z. B. bei *Tintinnus Ganymedes* (Fig. 17), enthält ein jedes Läppchen des Peristomsaumes ein größeres, stark lichtbrechendes, centrales Kügelchen, um welches sich sehr feine Granulationen gruppiren, was dem ganzen gelappten Saum ein sehr zierliches Aussehen verleiht« (1. p. 392, Taf. 24 Fig. 17). Ganz ähnliche Bildungen resp. Bilder sah ich bei verschiedenen Arten (Taf. 18 Fig. 1, 17); sie sind meiner Ansicht nach nichts Anderes, als die optischen Querschnittsbilder vom Grunde der adoralen Wimperplättchen.

Am inneren, einwärts gebogenen Theile des Kragensaumes des Peristoms sind die adoralen Wimperplättchen befestigt, und

Digitized by Google

zwar sehr häufig etwas schief, wie z. B. bei *Petalotricha ampulla* (Taf. 21 Fig. 7, 17). Ihre Zahl wird ziemlich von einander abweichend angegeben: CLAPARÈDE und LACHMANN, auch STEIN geben keine bestimmte Zahl an, HAECKEL spricht bei den Dictyocysten von etwa 20, bei den Codonellen von 15—20; STERKI erwähnt bei *Tintinnidium semiciliatum* ebenfalls 15—20, FOL bei *Tintinnus* = *Petalotricha ampulla* 19 [20?], bei *Tintinnus* = *Undella spiralis* dagegen zeichnet er 23 [24?]; ENTZ setzt ihre Anzahl im Allgemeinen auf 20—30 fest (1. p. 392), bei *Tintinnidium fluviatile* dagegen nur auf 16 (2. p. 189). Meine Untersuchungen führten mich zu der Überzeugung, dass ihre Zahl für manche Arten bis zu einem gewissen Grade charakteristisch beständig ist, dass sie aber trotzdem bei einzelnen je nach der Art sich in kleinem Maße verändert; mehr als 24 konnte ich aber bei keiner Art finden. Um zusammenzufassen, so sind ihrer bei *Tintinnidium* 16, bei *Tintinnus* 18—20, bei *Amphorella* 18—20, bei *Undella* 20, bei *Tintinnopsis* 20—24, bei *Codonella* 18, bei *Cyttarocylis* 16—20, bei *Dictyocysta* 20, bei *Petalotricha* 18 vorhanden. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass für jede Gattung diese Zahl beständig ist, und dass die vorkommenden Abweichungen in der schnell eintretenden Zerfaserung ihren Grund haben.

Was die Anordnung der adoralen Wimperplättchen betrifft, so waren CLAPARÈDE und LACHMANN, STEIN, STERKI und ENTZ der Ansicht, sie seien in einer Spiralreihe vertheilt; ENTZ bemerkt für *Tintinnidium fluviatile* von ihnen, dass sie »nur scheinbar einen ganz geschlossenen Kranz, thatsächlich aber, wie bei den Stentoren, eine nach rechts gewundene Spirale darstellen« (2. p. 190). HAECKEL erwähnt bei den Dictyocysten und Codonellen immer nur eines Kranzes und bezeichnet dessen Verlauf durch ein Fragezeichen. Nach FOL bilden sie einen geschlossenen Kranz. Ich selbst finde auch, dass sie immer einen geschlossenen Kranz bilden, worin mich besonders die Beobachtung des Peristoms des querliegenden Thierchens bestärkte (Taf. 18 Fig. 13; Taf. 21 Fig. 16, 17). Ich sah dies unter anderen sehr schön bei *Tintinnus inquilinus* (Taf. 18 Fig. 13), ferner bei *Cyttarocylis annulata* (Taf. 21 Fig. 16), am schönsten aber bei *Petalotricha ampulla* (Taf. 21 Fig. 17), bei welcher das querliegende Peristom mit seinen mächtigen Wimperplättchen einen wahrhaft prächtigen Anblick bot. Zwar scheint die Entwicklung des Peristoms eben zu beweisen, dass die adoralen Wimperplättchen eigentlich eine Spiralreihe bilden, worauf ENTZ aufmerksam macht (1. p. 393),

Digitized by Google

aber gerade in der auffallenden Verschiedenheit im Bau der adoralen und paroralen glaube ich eine Bestärkung meiner Ansicht zu finden.

Claparède und Lachmann wie auch Stein halten die adoralen Wimperplättchen für einfache Wimpern, Letzterer bemerkt aber, dass sie viel mächtiger und stärker seien, als die paroralen. Haeckel bezeichnet sie für die Dictyocysten und Codonellen als peitschenförmige, mächtige Wimpern und zeichnet sie auch so (p. 563, 565 Taf. 27 Fig. 1, 5; Taf. 28 Fig. 8, 11). Erst Sterki bewies bei *Tintinnidium semiciliatum*, dass sie eigentlich keine Wimpern, sondern Wimperplättchen seien (p. 462), welche sich sehr rasch zerfasern, und zwar bis ungefähr in die Mitte, wodurch sechs bandförmige Läppchen entstehen. Zu demselben Resultate gelangten Fol (2. p. 35—37) und Entz; Letzterer zeigte nicht nur an zahlreichen marinen Formen, dass sie in allen Fällen Wimperplättchen bilden (1. p. 393), sondern wies es auch bei *Tintinnidium fluviatile* nach (2. p. 189). Gestützt auf Sterki, Fol und besonders auf Entz, so wie auf meine eigenen Beobachtungen, bin ich dazu geneigt, als allgemein gültige Regel zu erklären, dass die Wimpern sämmtlicher Tintinnodeen Wimperplättchen bilden, wovon wir uns besonders dann überzeugen können, wenn sich uns die Gelegenheit bietet, das Peristom von vorn zu beobachten (Taf. 18 Fig. 13; Taf. 21 Fig. 16, 17).

Die Form der adoralen Wimperplättchen erinnert beinahe ausnahmsweise an ein spitziges Messer mit breiter Klinge, die freie Spitze zerfasert sich aber sehr schnell, wie auch Entz betont. »Die Spitzen der Wimperplättchen scheinen auch im normalen Zustande in äußerst feine Fäden, — bedeutend feinere, als dies Sterki für *T. semiciliatum* angiebt —, aufgelöst zu sein, die untere Hälfte oder zwei Drittel der Wimperplättchen bilden aber im normalen Zustande entschieden ein zusammenhängendes Ganzes« (1. p. 393). Sehr interessant sind sie bei *Petalotricha ampulla*, wo sie, wie auch aus den Zeichnungen Fol's zu ersehen (1. Taf. 1 Fig. 3 und 2. Taf. 4 Fig. 3), sehr breite, nach außen sich etwas verengende, am Ende gerade abgeschnittene Plättchen bilden, deren eine Seite gleichförmig gebogen, die andere dagegen ungefähr bis zur Mitte abgerundet, darüber hinaus aber buchtig, die Endspitze endlich fein gezähnt ist (Taf. 21 Fig. 7, 17). An den Plättchen sind feine Streifen zu erblicken, welche so zu sagen die Vorboten der durch die Zerfaserung fortwährend sich bildenden späteren Wimperplättchen sind.

Innerhalb des adoralen Wimperkranzes, am Grunde des Peristoms, erhebt sich die Reihe der paroralen Wimpern, welche immer in

Digitized by Google

spiraler Windung gegen die excentrische Mundöffnung fortschreitet (Taf. 18 Fig. 13; Taf. 21 Fig. 7, 16, 17). Das Vorkommen dieser Wimpern constatirte zuerst HAECKEL bei den Dictyocysten (p. 563); bei den Codonelliden bemerkte er dagegen statt derselben längliche, birnen- oder biscuitförmige, an dünner Gallerte sitzende Plättchen (p. 565). Hiervon bringt zuerst STEIN eine genaue Beschreibung bei *Tintinnopsis beroidea* (p. 154), später kennzeichnet sie STERKI bei *Tintinnidium semiciliatum* (p. 463). Beider Forscher Angaben bestätigt FOL für *Cyttarocylis cassis* und *Tintinnopsis campanula;* am gründlichsten beschreibt sie aber ENTZ sowohl bei den marinen Formen (1. p. 395), als auch bei *Tintinnidium fluviatile*, wo STEIN und STERKI ihrer nicht erwähnten (2. p. 190).

Die paroralen Wimpern sind, wie aus den übereinstimmenden Untersuchungen STEIN's, STERKI's und ENTZ' hervorgeht, und wovon ich mich selbst überzeugen konnte, beinahe ausnahmslos verhältnismäßig kurz und ziemlich dick (Taf. 18 Fig. 13; Taf. 21 Fig. 16), und davon macht nur *Petalotricha ampulla* eine Ausnahme. Hier werden sie nämlich von parallel laufenden, vom Peristomsaum bis zur Mitte desselben sich erstreckenden Wimperplättchen gebildet (Taf. 21 Fig. 7, 17). Die einzelnen Plättchen sind in ihrem Verlaufe an der Oberfläche des Peristomfeldes befestigt, und nur ihr äußeres, etwas abgerundetes Ende ist frei (Fig. 7, 17), in Folge dessen sie schwach S-förmig gebogen sind (Fig. 12); ihre Basis ist dicker, als ihr freier, feingezähnter Rand. Die Zahl der Zähnchen beträgt beständig 24, und wenn die Wimperplättchen functioniren, so scheinen sie selbständige Wimpern zu sein. Diese kurze Beschreibung von den Wimperplättchen erklärt uns, warum FOL, welcher die wimperartigen Zähnchen bei *P. ampulla* ebenfalls wahrnahm, bei dieser Art, und darum auch bei einigen anderen Tintinnodeen, am Peristomfelde 24 spirale Reihen von Wimpern vorkommen lässt (2. p. 7—9, Taf. 4 Fig. 2—4). Übrigens halte ich es für wahrscheinlich, dass die paroralen Wimperplättchen von *P. ampulla*, und vielleicht noch einiger anderer Arten ganz gleichartig sind mit den adoralen, und dass ihr ganzrandiger Saum erst secundär durch Zerfaserung gezähnt wird. Dieser Annahme tritt nur einigermaßen die constante Zahl der bei *P. ampulla* an dem freien Saume sich erhebenden, feinen Zähnchen entgegen (Taf. 21 Fig. 12).

Der Bau des Peristomfeldes wird zuerst von STEIN folgendermaßen beschrieben: »Den Boden des Peristoms nimmt eine gewölbartig vorspringende Kuppe ein, die ich als Stirn bezeichnen will;

Digitized by Google

die sie begrenzende Membran geht an den Seiten in die die innere Oberfläche des Peristoms auskleidende Membran über, welche wieder eine Fortsetzung der äußeren Körperhaut ist. Die Stirn kann auf eine kurze Strecke wie ein Pumpenstempel lebhaft auf und nieder bewegt werden, sie tritt jedoch niemals über das Peristom hervor, sondern erhebt sich höchstens bis nahe zum Rande desselben; wenn sie sich senkt, wird sie erst plan und dann mehr oder weniger trichterförmig vertieft« (p. 152). Dieser wahrhaft erschöpfenden und treffenden Beschreibung stimme ich, wie auch ENTZ es thut (1. p. 397), sowohl im Allgemeinen wie im Einzelnen vollkommen bei, und weiß nichts Neues hinzuzufügen. Eben so bestätige ich STEIN's, STERKI's und ENTZ' Behauptung gegenüber derjenigen CLAPARÈDE's und LACHMANN's, so wie FOL's, dass das Peristomfeld stets wimperlos ist, und erkläre mir die Beschreibung FOL's durch den Umstand, dass er die im Vorangehenden beschriebenen Wimperplättchen von *Petalotricha ampulla*, mit ihren fein zerfaserten freien Rändern, für Längsreihen von feinen Wimpern hielt.

Über die Lage der Mundöffnung sind alle Forscher derselben Meinung; die erschöpfendste Beschreibung davon giebt ENTZ wie folgt: »Der Mund liegt, wie dies von sämmtlichen Forschern angegeben wird, excentrisch auf der Peristomscheibe, am hinteren Ende der adoralen Wimperspirale, in einer trichterförmigen Höhle des Peristomwinkels, welche ich präorale Höhle nennen will, und zwar — wenn wir nach der Homologie mit den Halterinen Bauch und Rücken, ein Rechts und ein Links unterscheiden wollen — auf der linken Seite des Körpers (Fig. 4 vom Rücken, Fig. 17 vom Bauch aus gesehen); er führt in einen sanft S-förmig gebogenen Schlund, welcher eine Reihe aufwärts gerichteter, feiner Haare trägt (Fig. 18), welche, wie bereits erwähnt, höchst wahrscheinlich nicht, wie STEIN meint (4. p. 152), eine Fortsetzung der adoralen, sondern der feinen paroralen Wimpern sind. Sowohl der Mund, als auch der Schlund sind nur während des Schlingens sichtbar« (1. p. 396). Dieser auf Beobachtung beruhenden ausführlichen Beschreibung stimme ich vollkommen bei, und will nur noch hinzufügen, dass ich am Schlunde sämmtlicher Tintinnodeen 5—6 Wimperreihen bemerkt zu haben glaube, welche wahrscheinlich durch in den Schlund eindringende und dort fein zerfaserte parorale Wimpern gebildet werden. So erkläre ich mir auch die Bemerkung FOL's, welche sich auf die Wimperreihe am Schlunde der *Petalotricha ampulla* bezieht (1. p. 9 Taf. 1 Fig. 2; 2. p. 39—40 Taf. 4 Fig. 2).

Digitized by Google

Der Schlund bildet nach FOL an seinem Hintertheile eine Schlundtasche, die er mit folgenden Worten beschreibt: »En regardant l'animal de profil, il est facile de voir, que le pharynx est logé dans une saillie latérale en forme de poche du corps de l'infusoire. Cette saillie est plus marquée chez certaines espèces et devient frappante, chez des individues maigres, se présentant exactement de profil« (1. p. 9, Taf. 1 Fig. 2; 2. p. 40, Taf. 4 Fig. 2). Hierzu sagt ENTZ: »Mir sind derlei hernienartige Schlundtaschen nicht vorgekommen, aber auch von anderen Forschern werden sie nicht erwähnt und es liegt der Verdacht, dass sich FOL's Beobachtungen nicht auf Individuen im normalen Zustande, sondern auf solche bezieht, die im Absterben, vielleicht im Zerfließen begriffen, sich missstalteten, um so näher, als STERKI eine ähnliche taschenartige Vorstülpung an einigen Individuen von *Tintinnidium semiciliatum*, aber am hinteren Körperende beobachtete und zu seiner Angabe wohl mit Recht hinzusetzte, dass der taschenartige, halb abgeschnürte Theil »wahrscheinlich auf traumatischem Wege, durch Quetschung, entstanden« (1. p. 396—97). Und im Allgemeinen zwar hat ENTZ Recht; denn bei den meisten Arten konnte auch ich keine abgesonderte Schlundtasche wahrnehmen, dagegen fand ich bei *Petalotricha ampulla* in allen Fällen an der Seite des Vorderkörpers jene taschenförmige Ausstülpung, welche auch FOL zeichnete (1. Taf. 1 Fig. 2; 2. Taf. 4 Fig. 2), und welche ich nicht nur für eine zufällige, in Folge des Zerfließens des Körpers entstandene Ausstülpung, sondern in Übereinstimmung mit FOL für eine Schlundtasche halte. In dieser Ansicht wurde ich dadurch bestärkt, dass ich sie auch bei lebhaft sich bewegenden Exemplaren beobachtete, ferner dadurch, dass ich vom hinteren, abgerundeten Ende der taschenförmigen Ausstülpung eine Protoplasma-Verlängerung ausgehen sah, welche an der Hülsenwand inserirt, zur Befestigung der Schlundtasche dient (Taf. 21 Fig. 7).

Das Peristom hat nur eine geringe Befähigung sich zusammenzuziehen; sie erreicht in keinem einzigen Falle den Grad, wie wir dies bei dem Peristom der Stentoren und Vorticellen bemerken. Den Schluss des Peristoms bewerkstelligen die adoralen Wimperplättchen, welche, wie auch ENTZ bemerkt (1. p. 398), in diesem Falle sich nach innen neigen und zu pinselartigen Büscheln vereinigen, oft aber tiefer eindringen und dann einander spiralförmig decken.

Digitized by Google

Innerer Bau.

a. Körpersubstanz.

Die Körpersubstanz der Tintinnodeen wird bekanntlich aus Protoplasma gebildet, welches aus einer bald leichter, bald schwerer zu unterscheidenden äußeren und inneren Schicht besteht. Das äußere oder Ectoplasma ist immer gleichartig, homogen, farblos, ganz durchsichtig und am meisten am Hintertheile des Körpers entwickelt, da auch der Körperstiel daraus besteht. Als Ausnahmen muss ich hier *Cyttarocylis Markusovszkyi*, *annulata* und *Claparèdei* anführen, bei welchen ich von der Basis des Körperstieles ausgehende, bis zur Körpermitte sich hinziehende Streifen bemerkte (Taf. 21 Fig. 4). Diese sind an beiden Enden spitzig, in der Mitte etwas breiter und verschwinden nach und nach, indem sie nach vorn sich strahlenförmig von einander entfernen. Ich glaube mich kaum zu irren, wenn ich ausspreche, dass sie homolog sind mit den Myophanfasern anderer Infusorien, und in diesem Falle wären die erwähnten Arten die einzigen mit Myophanfasern. Eine andere Modification des Ectoplasma bemerkte ich bei *Undella Claparèdei*, wo aus dem Körperstiele hier und da ein durchsichtiger, farbloser und homogener Streifen sich etwa bis zur Mitte des Körpers erhebt (Taf. 19 Fig. 1). Diese lichten Streifen oder Bänder sind sehr elastisch und besorgen das Zurückziehen des Thierchens in seine Hülse.

Das innere oder Endoplasma ist je nach der Gattung bald feiner, bald gröber granulirt und sehr häufig blassgelb. Diese Farbe ist jedoch keine beständige Eigenschaft, und wie Entz schon vermuthete (1. p. 402), stammt sie nur von der Farbe der verdauten Zooxanthellen, Diatomeen und anderer Pflanzen und Thiere. Dies beweist der Umstand, dass bei manchen Exemplaren derselben Art das Endoplasma ganz farblos, bei anderen dagegen hell- oder dunkelgelb ist. Außer den Nahrungsstoffen finden sich in dem Endoplasma, unter den Plasmakörperchen oder Körnchen vertheilt, kleinere und größere Öl- und Fettkörperchen. Am meisten fand ich bei *Undella hyalina* und *Claparèdei*; bei ersterer sah ich scharf begrenzte kleine Klümpchen ziemlich dicht im hinteren Drittel des Körpers, im vorderen Theil desselben lagen sie einzeln (Taf. 18 Fig. 17), bei letzterer Art waren sie nur im hinteren Theil des Körpers, und zwar in ziemlich begrenzter Anzahl vorhanden (Taf. 19 Fig. 1). Auch Saft- und Nahrungsvacuolen sah ich zu wiederholten Malen, letztere sehr häufig

Digitized by Google

bei den riesengroßen *Cyttarocylis Markusovszkyi*, *annulata* und *Claparèdei*.

b. Die Kerne.

Mit Ausnahme Fol's erwähnen alle Forscher immer und bei allen Arten nur eines einzigen, bald kugeligen, bald eiförmigen, bald nierenförmigen und selten wurstförmigen Kernes; während Fol bei *Codonella=Tintinnopsis ventricosa* und bei *C.=T. campanula* nach Anwendung von Reagentien zwei Kerne zeichnet (2. Taf. 5 Fig. 11—12). Im Laufe meiner Untersuchungen fand ich zu meinem Erstaunen bei den mit Sublimat behandelten und dann mit Alaun- und Pikrocarmin gefärbten *Tintinnus Fraknóii* und *Codonella lagenula*, bei welch letzterer die Forscher beständig nur einen Kern angeben, mehrere ganz nach Art der Kerne gefärbte Gebilde, und zwar bei ersterem immer vier (Taf. 18 Fig. 1), bei letzterer dagegen acht (Taf. 20 Fig. 10, 12). Obschon nun die erwähnten Gebilde ganz wie Kerne reagirten und sich auch im Baue untrüglich als solche erwiesen, so war ich doch anfänglich geneigt, indem ich die litterarischen Daten mir vorhielt, dieselben nicht für Kerngebilde der betreffenden Art anzusehen, sondern bloß für verschluckte, den Kernen ähnliche Nahrungskörperchen, oder für verschluckte Kerne kleiner organischer Wesen. Ich dachte mir auch, dass die große Zahl dieser Kerne auch die Vorboten einer bevorstehenden Theilung sein könnten. Gegen meine Ansicht zeugte aber der nicht zu verkennende Umstand, dass bei allen Exemplaren der beiden erwähnten Arten die kernähnlichen Gebilde beständig in derselben Anzahl vorhanden waren und dass ich andere kernartige Gebilde in keinem einzigen Falle sah. Meine weiteren Untersuchungen überzeugten mich vollständig davon, dass bei sämmtlichen von mir beobachteten Tintinnodeen, nur *Petalotricha ampulla* ausgenommen, mehr als ein Kerngebilde vorkommt, und ich glaube sagen zu dürfen, dass mit Ausnahme von *Tintinnidium fluviatile* und *semiciliatum*, bei denen Stein, Sterki und Entz nur einen einzigen Kern sahen, alle übrigen Arten immer und charakteristisch mehr Kerne haben.

Die Anzahl der Kerne schwankt bei den verschiedenen Arten innerhalb ziemlich weiter Grenzen, doch fand ich sie in Bezug auf einzelne Arten mehr oder weniger charakteristisch, wie aus folgender Zusammenstellung zu ersehen: Es hat *Tintinnidium* 1—2, *Tintinnus* 4, *Amphorella* 2—6, *Undella* 2, *Tintinnopsis* 2—12, *Codonella* 8—22, *Cyttarocylis* 2—16, *Dictyocysta* 8, *Petalotricha* 1 Kern.

Digitized by Google

Die Kernzahl ist demnach bei *Tintinnus*, *Undella*, *Dictyocysta* und *Petalotricha* beständig, während sie bei den übrigen ziemlich schwankend ist. Ich muss übrigens bemerken, dass bei *Amphorella* die Zahl vier, bei *Tintinnopsis* zwei die herrschende ist, und besonders bei letzterer Gattung dürfen wir diese Zahl als charakteristisch annehmen, indem nur bei *Tintinnopsis Mayeri* mehr als zwei, nämlich 12 vorkommen.

Die Form der Kerne ist, wie auch ENTZ bemerkt (1. p. 402), kugelig, ei- oder nierenförmig, und die von HAECKEL für *Codonella galea* und *Dictyocysta mitra* angegebene und gezeichnete etwas gebogene Wurstform (Taf. 27 Fig. 5 und Taf. 28 Fig. 8) fand ich in keinem einzigen Falle. Übrigens wechselt sie je nach den Arten innerhalb weiter Grenzen; so ist sie z. B. bei einigen *Amphorella* kugelig (Taf. 18 Fig. 4, 5, 9), bei anderen dagegen eiförmig (Fig. 6, 7, 16, 18—20). Nierenförmige Kerne fand ich nur bei *Undella Claparèdei* (Taf. 19 Fig. 1) und *Cyttarocylis Markusovszkyi*, *annulata* und *Claparèdei* (Taf. 21 Fig. 4).

In Verbindung mit der Anzahl wechselt auch die Lage der Kerne je nach den Arten. Bei den zweikernigen sind sie sehr häufig entweder im Vordertheile oder in der Mitte des Körpers nahe neben einander (Taf. 18 Fig. 6, 16, 17, 19, 20; Taf. 21 Fig. 1), oder aber es liegt der eine im vorderen Drittel, der andere in der Mitte (Taf. 18 Fig. 8; Taf. 19 Fig. 1, 28, 29; Taf. 20 Fig. 11, 18), oder endlich, aber seltener, liegen beide in der Körpermitte einander gegenüber (Taf. 19 Fig. 30; Taf. 20 Fig. 28; Taf. 21 Fig. 4). Bei einem kleinen Theile der mehrkernigen Arten liegen die Kerne hinter einander, beinahe in einer geraden Linie, bilden manchmal eine von rechts nach links, oder von links nach rechts verlaufende Spiralreihe (Taf. 18 Fig. 1—4, 10, 14, 15), bald sind sie parallel mit der Längenachse in einer Reihe geordnet (Taf. 18 Fig. 9), am häufigsten aber sind sie unregelmäßig vertheilt, und zwar so, dass in der Mittellinie des Körpers nur wenige oder gar keine liegen (Taf. 19 Fig. 21; Taf. 20 Fig. 10, 12, 21, 24, 25; Taf. 21 Fig. 8—10).

In Hinsicht auf den allgemeinen Bau giebt es, wie ich mich an mit Sublimat behandelten und dann mit Pikro- und Alauncarmin gefärbten Exemplaren zu überzeugen Gelegenheit hatte, Kerne, in deren Mitte sich eine von ENTZ bei *Tintinnidium fluviatile* beschriebene, spindelförmige Höhlung befindet (so bei *Amphorella punctatostriata*, Taf. 18 Fig. 19, und bei *Tintinnopsis nucula*, Taf. 19 Fig. 30) oder

Digitized by Google

solche, die in der Mitte ein Kernkörperchen haben (so bei *Undella hyalina*, Taf. 18 Fig. 17 und bei *Dictyocysta templum* Taf. 21 Fig. 9) oder endlich, und dies ist die Regel, solche, bei denen keiner der angeführten Fälle eintrifft, sondern in deren Inneren bloß die auch von ENTZ nachgewiesenen Binnenkörperchen vorkommen.

Die Kernsubstanz ist im Allgemeinen compact, aber bei den verschiedenen Kernformen auch verschiedener Natur. Bei den Kernen mit Höhlung ist sie feinkörnig und nicht in Schichten getheilt. Diesen Fall finden wir auch bei den Kernen mit Kernkörperchen, während sie bei den Kernen der dritten Form aus zwei Schichten zu bestehen scheint, und zwar, wie auch ENTZ zeigt (1. p. 402), aus einer äußeren feinkörnigen und einer inneren, aus großen Körperchen, den sogenannten Binnenkörperchen, zusammengesetzten (Taf. 18 Fig. 11), welche natürlich bei verschiedener Einstellung des Mikroskopes bald schärfer, bald verschwommener erscheinen. Bei den in Theilung begriffenen Kernen konnte ich auch spindelförmige Streifen unterscheiden, und die beiden Enden des Kernes sind dann feinkörnig, während sie um die spindelförmigen Streifen herum ganz homogen sind (Taf. 18 Fig. 12). Sehr interessant und einzig dastehend ist in dieser Hinsicht der Kern von *Petalotricha ampulla*, welcher, wie die Untersuchungen FOL's bezeugen (2. p. 33, Taf. 5 Fig. 7) und wovon ich durch meine Untersuchungsmethode Gewissheit erlangte, aus einer äußeren, bald dickeren, bald dünneren, durchsichtigen homogenen Schicht und aus einer centralen feingranulirten Kugel besteht (Taf. 21 Fig. 11).

Eine andere Form von Kernbildung, den sogenannten Nebenkern, hatte schon STEIN bei *Tintinnidium fluviatile* bemerkt. Sein Vorkommen constatirte später ENTZ bei den marinen Arten ebenfalls: »Auch je einen runden Nebenkern konnte ich ganz deutlich unterscheiden (Fig. 46 etc.). Bei einem Exemplar von *Tintinnus Ganymedes* (Fig. 17) ließen sich außer dem knapp am Kerne liegenden Nebenkern noch drei andere entfernt vom Kern zerstreut liegende runde Körperchen unterscheiden, welche in Bezug auf ihre grauliche Farbe und die Art der Lichtbrechung ganz mit dem Nebenkern übereinstimmten« (1. p. 402).

Bei der Untersuchung der Kerne hatte ich reichliche Gelegenheit, mich davon zu überzeugen, dass die Nebenkerne sehr häufig sind, da ich kaum auf eine Art stieß, bei der sie nicht vorgekommen wären; ihre Anzahl ist aber durchaus zufällig, innerhalb weiter Grenzen veränderlich, ja sogar bei den verschiedenen Exemplaren

Digitized by Google

derselben Art eine wechselnde, von der Zahl der Kerne aber ganz unabhängig.

Von Interesse mag sein zu verzeichnen, dass die Nebenkerne am häufigsten bei den zweikernigen Exemplaren sind, wo sie wahrscheinlich nie fehlen: bei den vierkernigen kommen sie schon seltener, bei den mehrkernigen wahrscheinlich gar nicht vor. Gewöhnlich sind zwei vorhanden, die meist in der Nähe der Kerne liegen (Taf. 18 Fig. 1, 2, 16—20; Taf. 19 Fig. 30; Taf. 21 Fig. 1), selten mehr, wie bei *Undella Claparèdei*, bei der ich vier Nebenkerne fand, worunter zwei in der Nähe der zwei Kerne, zwei dagegen neben einander gleich weit von den Kernen entfernt in der Körpermitte (Taf. 19 Fig. 1).

Die Nebenkerne sind bei allen Arten immer kugelförmig, von ziemlich compacter Substanz, die ich vollkommen homogen und körnchenlos fand. Ich muss hier übrigens bemerken, dass mich zu der Annahme, die vorher beschriebenen Gebilde seien Nebenkerne, der Umstand bewog, dass diese sich ganz übereinstimmend zu den Reagentien verhalten wie die Kerne selber.

Einen interessanten Fall muss ich noch erwähnen, auf den Entz. welcher meine Präparate durchzusehen so gefällig war, mich bei *Petalotricha ampulla* aufmerksam machte. Bei einem sehr gut conservirten Exemplare war nämlich außer dem in der Mitte des Körpers gelegenen, mächtigen, eiförmigen Kerne in der Nähe der Körperoberfläche, also wahrscheinlich entweder in dem Ectoplasma, oder aber in dessen Nähe, eine Menge den Kernen ganz ähnlicher, kleinerer Gebilde wahrzunehmen.

c. Die Vacuole.

Der Vacuole erwähnen zuerst Claparède und Lachmann ausführlich und zeichnen je nach den verschiedenen Arten bald eine, bald zwei. Haeckel gedenkt nur bei den Codonelliden Bildungen, welche er für Vacuolen halten möchte, wie aus folgender Bemerkung (p. 565) zu entnehmen: »Im hinteren Körpertheile, mit dessen zugespitzten konischen Ende die Thierchen im Grunde des Glockenhäuschens befestigt sind, schimmerten mehrere kreisrunde helle Flecken hindurch (contractile Blasen oder Vacuolen? Fig. 8, 11)«. Alle späteren Forscher sprechen ohne Ausnahme nur von Einer Vacuole, über deren Lage sie aber einigermaßen abweichende Angaben mittheilen: so zeichnet z. B. Fol die Vacuole von *Tintinnus* = *Undella*

Digitized by Google

spiralis am hinteren Ende des Körpers (2. p. 34, Taf. 4 Fig. 4), während ENTZ sagt: »Die einzige contractile Vacuole liegt in der Nähe der präoralen Höhle in der linken Körperhälfte rückenständig« (1. p. 402).

Meine Untersuchungen überzeugten mich davon, dass die Vacuolen sowohl in Zahl als auch in Lage je nach den Arten wechseln. Bei einem großen Theil der Arten (Taf. 18 Fig. 3, 5, 6, 9, 15, 16, 18; Taf. 19 Fig. 1, 6, 7, 10, 14, 28—30, 32; Taf. 20 Fig. 10, 12, 18, 20, 22, 23, 28; Taf. 21 Fig. 4, 7, 8) fand ich immer nur eine, und zwar am häufigsten an der Basis des Körperstieles, seltener etwa in der Körpermitte in der Nähe der Wandung und am seltensten im vorderen Drittel. Bei einem anderen kleineren Theil der Arten fand ich beständig zwei, von denen eine entweder im vorderen Drittel des Körpers oder in der Mitte war, die andere dagegen beinahe immer an der Basis des Stieles (Taf. 18 Fig. 1, 2, 4, 7, 8, 19; Taf. 19 Fig. 21; Taf. 21 Fig. 1). Von letzterem Falle bilden eine Ausnahme *Undella hyalina* und *Amphorella tuberculata*, denn bei *U.* liegt die eine im vorderen Drittel des Körpers, die andere etwa gegenüber der Mitte (Taf. 18 Fig. 17), bei *A.* hingegen haben beide ihren Sitz im hinteren Drittel unweit von einander (Taf. 18 Fig. 20).

Über die obigen Angaben HAECKEL's möchte ich bemerken, dass sie wahrscheinlich auf Irrthum beruhen, und dass er vermuthlich die Saft- und Nahrungsvacuolen für contractile Vacuolen hielt. In dieser Ansicht bestärkt mich der Umstand, dass die späteren Forscher übereinstimmend bei den Codonellen nur einer Vacuole erwähnen, und dass auch ich nie mehr als eine gewahrte.

Wie bei den marinen und Salinen-Protozoen im Allgemeinen, so ziehen sich auch bei den Tintinnodeen die Vacuolen nur in größeren Zwischenräumen zusammen und selbst dann nicht ganz. Bei den Arten mit zwei Vacuolen geschieht die Contraction abwechselnd, bald in kleineren, bald in größeren Zeitabschnitten.

Es gelang mir nicht, die Stelle der Afteröffnung zu sehen; nach den Angaben der Forscher halte ich es für wahrscheinlich, dass sie mit der Vacuole zusammenfällt, oder in deren unmittelbaren Nähe ist, wie sich auch aus ENTZ entnehmen lässt: »Der After öffnet sich in der nächsten Nähe, vielleicht sogar mit der contractilen Vacuole« (1. p. 402). Bei den Arten mit zwei Vacuolen ist sie dann wahrscheinlich in der Nähe der hinteren Vacuole.

Digitized by Google

Die Vermehrung.

Die Vermehrung geschieht, wie schon O. Fr. Müller beobachtete, durch Theilung, aber ihren Verlauf beschrieben weder er, noch nach ihm Ehrenberg so wie Claparède und Lachmann, obschon Letztere bei *Tintinnus urnula* das neu auftretende Peristom (Taf. 8 Fig. 14), bei *Codonella lagenula* aber schon die durch Theilung entstandenen zwei Individuen zeichnen (Taf. 8 Fig. 11). Nicht viel genauer ist, was uns Stein von *Tintinnidium fluviatile* und *Tintinnus inquilinus* (p. 153), und Sterki von *Tintinnidium semiciliatum* melden (p. 464). Die ausführlichsten Mittheilungen veröffentlichte Entz auf Grund seiner Beobachtungen an *T. fluviatile* (2. p. 193), nach welchen die Theilung mit dem Auftreten eines neuen Peristoms in der Mitte der Bauchseite und einer neuen Vacuole beginnt. Den weiteren Verlauf schildert er in Folgendem: »Das neue Peristom erscheint als ein kurzes quergestreiftes bogenförmiges Band, dessen Enden allmählich zu einwärts gebogenen Membranellen heranwachsen. Am concaven Saum des Bogens ist ein sehr feines, zart quergestreiftes Bändchen zu erkennen, welches höchst wahrscheinlich durch Zerfaserung und Auflösung in einzelne Wimpern den paroralen Kranz erzeugt. Sobald sich die adoralen Wimpern zu einem Kranz geschlossen haben, erhebt sich die Umgebung des neu gebildeten Peristoms in der Form einer Knospe, welche den hinteren Theil des mütterlichen Körpers aufnimmt, um sich schließlich vom vorderen Theilungssprössling abzuschnüren. Der Kern verhält sich, ganz wie dies für die Stentoren charakteristisch ist, während des Theilungsprocesses längere Zeit hindurch anscheinend ganz passiv: die Ausbildung des neuen Peristoms kann bereits weit vorgeschritten sein und auch die neue contractile Vacuole sich herangebildet haben, ohne dass sich am Kern irgend eine Veränderung, die Verlängerung etwa ausgenommen, wahrnehmen ließe (Fig. 7). Die feineren Veränderungen des Kernes und Nebenkernes während ihrer Theilung blieben mir unbekannt; nur so viel kann ich mittheilen, dass ich weder am Kern noch am Nebenkern eine feine, streifige Structur wahrnehmen konnte, ferner, dass jugendlichen Kernen die quere spaltförmige Höhle abgeht« (2. p. 193—194).

Wie sehr ich mich auch bemühte, den Verlauf der Theilung mit Aufmerksamkeit zu verfolgen, so hatten doch meine Beobachtungen nicht das erwünschte Resultat, welches Entz erreichte und das wir wohl für allgemein gültig annehmen können. Als theilweise Ergän-

Digitized by Google

zung bemerke ich indessen, dass ich bei *Tintinnus inquilinus* einige Veränderungen beobachtete, die ich in Folgendem zusammenfasse. In einer späteren Periode der Theilung verlängert sich der Kern in der Richtung seiner Längsachse, seine beiden Enden schwellen an, während er in der Mitte dünner wird. Damit im Zusammenhang verändert sich auch seine Substanz: seine Körnchen concentriren sich in den beiden Enden, seine Mitte wird homogen, und es zeigen sich daran in kurzer Zeit feine lange Streifen (Taf. 18 Fig. 12). Bei *Petalotricha ampulla* beginnt die Theilung des Kernes schon zu Anfang des Processes, beinahe gleichzeitig mit dem Erscheinen der neuen Vacuole (Taf. 21 Fig. 14).

Nach Vollendung der Theilung verbleiben die beiden Thierchen noch einige Zeit in der Mutterhülse, welche aber als Erbstück an die neue Generation übergeht, und das vordere Thierchen, das eigentlich die Rolle der Mutter spielte, schlüpft aus der alten Hülse heraus; die Bildung der neuen Hülse blieb mir aber ein Räthsel. Entz sagt hierüber: »Einmal war ich aber Zeuge einer anderen, ganz praktischen Lösung der Erbschaftsangelegenheit: der vordere Theilungssprössling behauptete sich hartnäckig im vorderen Abschnitt der langen, röhrenförmigen Hülse, der hintere aber, welcher sich vergebens abmühte, seinen Vordermann hinauszustoßen, gab endlich das Drängen auf und zog sich in den hintersten Theil der Hülse zurück, drehte sich dann mehrere Mal sammt dem Röhrenabschnitt um seine Längsachse, wodurch an der gallertigen Hülse eine isthmusartige Einschnürung zu Stande kam, welche nach Wiederholung des Manövers endlich durchriss und so zu einer Theilung der Röhre führte« (2. p. 194, Taf. 13 Fig. 3). Ich bemerke übrigens, dass der von Entz so interessant beschriebene Verlauf der Hülsenbildung nur bei Arten mit Gallerthülsen möglich ist.

Aus den Beobachtungen Fol's an *Petalotricha ampulla* geht hervor, dass auch eine Conjugation vorkommt, deren Verlauf er folgendermaßen skizzirt: »Chez les *Tintinnus*, la présence de la coquille n'est pas un obstacle à la copulation. Les individus ne quittent pas leur coquille pour se réunir; ils se soudent par le bord du péristome. Le point de soudure est absolument constant; il est placé dans le voisinage de la bouche, mais un peu à gauche de cette dernière, en sorte que deux individus en conjugation forment toujours une figure parfaitement symétrique (voy. Pl. IV, Fig. 3). La soudure est assez étendue, très intime et dure plusieurs heures.« (2. p. 44, Taf. 4 Fig. 3). Während der Conjugation sagt er von der Rolle der

Digitized by Google

Kerne: »Les noyaux des deux individus copulés se soudent aussi et paraissent échanger une partie de leur substance« (2. pag. 43—44). Es ist mir zwar nicht gelungen, die Conjugation der Tintinnodeen zu beobachten, ich halte es doch aber für wahrscheinlich, dass die Erfahrungen Fol's allgemein gültig sind, und darin bestärkt mich die Wahrnehmung bei einem wahrscheinlich neuen *Strombidium*, wo ich die Conjugation in dieser Weise vor sich gehen sah.

Haeckel schreibt (p. 563): »Bei einem Individuum von *Dictyocysta cassis* war der Nucleus nicht zu sehen. Hingegen zeigte sich in der Mitte des Körpers ein Haufen von ungefähr zwanzig kugeligen Zellen, die wohl als Sporen oder Eier (?) anzusehen sind (Fig. 1). Die isolirten Sporen zeigten sich als nackte kugelige Zellen, welche einen ebenfalls kugeligen Nucleus (von ein Drittel ihres Durchmessers) einschlossen (Fig. 3)« und (p. 565—566): »Bei einigen Exemplaren von *Codonella campanella* fanden sich im Inneren zwischen 10—20 kugelige kernhaltige Zellen, offenbar Sporen. Der Durchmesser ihres kugeligen, trübkörnigen Nucleus betrug ein Drittel von dem der hellen nackten Protoplasma-Kugel (Fig. 14). Bei einem Exemplare derselben Art waren statt deren im Inneren mehrere bewimperte Embryonen zu bemerken (Fig. 11). Der isolirte Embryo (Fig. 13) erschien als eine eiförmige Zelle von 0,02 mm Länge, 0,013 mm Dicke, überall auf der Oberfläche mit einem äußerst zarten Wimperkleide bedeckt. Im Inneren war ein quergestellter wurstförmiger Nucleus sichtbar, hinter diesem in dem zugespitzten Hinterende eine contractile Vacuole.« Dem zufolge hält Haeckel auch eine Vermehrung durch Sporen resp. Embryonen für möglich. Von den späteren Forschern ist es aber keinem gelungen, diese zu sehen, daher kommen sie wahrscheinlich überhaupt nicht vor, was auch Entz annimmt, wenn er sagt: »Ich glaube nicht zu irren, wenn ich behaupte, dass die vermeinten Sporen oder Eier und die holotrichen Embryonen, welche genau mit jenen übereinstimmen, die Stein ebenfalls sehr zahlreich im Inneren von *Bursaria truncatella* vorfand, in keinem genetischen Zusammenhang mit der genannten Tintinnode stehen, sondern nichts Anderes sind, als die sogenannten Embryonen der Ciliaten überhaupt, d. h. parasitische Acinetinen« (1. p. 407). Entz' Behauptung finde ich dadurch bestärkt, dass ich in Gesellschaft der Tintinnodeen eine pelagische, freischwimmende *Acineta* in großer Anzahl fand.

Digitized by Google

Lebenserscheinungen.

Mit wenig Ausnahmen sind die Tintinnodeen Meeresbewohner; bis jetzt kennen wir nur *Tintinnidium fluviatile* Stein, *semiciliatum* Sterki, *Tintinnopsis lacustris* Entz und *acuminata* Imhof als Süßwasserformen. *T. fluviatile*, *semiciliatum* und *Tintinnus inquilinus* sind die einzigen, welche am häufigsten an Algen oder anderen Pflanzenresten angeklebt sind, während die übrigen frei umherschwimmen, und zwar immer an dem offenen Wasserspiegel. Als allgemeine Regel können wir aufstellen, dass die Tintinnodeen eupelagische Thiere sind.

Einen interessanten Fall von Fixirung an einen Ort beobachtete Fol an *Tintinnus inquilinus* in der Bucht von Villafranca, welcher nicht, wie Ehrenberg in der Kieler Bucht fand, mit dem Hintertheile der Hülse an Algen geheftet war, sondern mit der Vorderseite der Hülse und zwar an Ectocarpeen, deren lange Stiele die Hülse so zu sagen umschlangen, was dem Ganzen ein seltsames Aussehen verlieh, aber auch wahrscheinlich zur Fortbewegung beitrug, indem es die Schwimmoberfläche erweiterte (**2.** p. 45—46, Taf. 5 Fig. 15). Dies fand ich selbst auch im Golfe von Neapel (Taf. 18 Fig. 10) und bin geneigt zu glauben, dass diese Abweichungen ihren natürlichen Grund haben, d. h. dass wir hier vor einem interessanten Falle der Accommodation stehen.

Über den Ortwechsel machten schon Entz und Fol ihre Beobachtungen und sprechen einstimmig aus, die schnelle Locomotion finde jedenfalls in gerader Richtung nach vorn statt durch Drehung des Thierchens um seine Längsachse. Diese Art der Vorwärtsbewegung ist sehr häufig und beinahe ausschließlich bei den Arten mit langen Hülsen, während die Bewegung bei den kurzhülsigen bald vor-, bald rückwärts geschieht; bei *Codonella*, *Cyttarocylis*, *Dictyocysta* und *Petalotricha* habe ich sogar beobachtet, dass sie ihren Ort häufig erst etwas nach vorn, dann in bald rechts, bald links gebogenen Curven verändern. Die Lebhaftigkeit der Bewegung hängt übrigens viel von den Größenverhältnissen der Hülse ab; denn die Arten mit langgestreckten Hülsen bewegen sich im Allgemeinen schneller, als die mit kurzen.

Der Ortwechsel wird ausschließlich durch die Wimperplättchen bewirkt, welche nie eine schlängelnde Bewegung, wie Haeckel behauptet (p. 563), sondern, wie auch Fol bemerkt, einen von rechts nach links gehenden Wirbel hervorrufen und ein an die Räderorgane

Digitized by Google

der Rotatorien, besonders aber der *Rotifer*-Arten erinnerndes optisches Bild geben. Die Wimpern an der Körperoberfläche tragen hingegen nichts dazu bei, sondern dienen zur Ortsveränderung des Thierchens im Inneren der Hülse, wie auch Entz nachweist: »Die Körperwimpern nehmen an der Locomotion beim freien Umherschwärmen, selbst bei solchen Individuen, welche ihre Hülse verlassen haben, keinen Antheil: sie dienen nur zum Vor- und Rückwärtskriechen innerhalb der Hülse, ferner, gleich den Borsten der tubicolen Anneliden, zum Anstemmen an die Wand der Hülse, und endlich bilden sie, wenn sie, wie gewöhnlich, dem Körper fest angeschmiegt sind, einen resistenten Mantel, eine Art von Panzer, welcher sich in gewisser Beziehung mit dem ebenfalls aus Wimpern gebildeten und oben geschilderten Mantel (Hülse, Büchse) von *Mesodinium Pulex* vergleichen lässt« (1. p. 401—402).

Auf die hochgradige Empfindlichkeit der Tintinnodeen machte zuerst Fol aufmerksam: »Au moindre signe de danger, ils se retirent au fond de leur coquille, brusquement, d'un seul coup« (2. p. 43). Das vordere Körperende, nämlich die Wimperplättchen, zeigt bei der Berührung mit einem fremden Körperchen, ja selbst bei der Erschütterung des Mediums eine solche Empfindlichkeit, dass die Annahme nicht ungerechtfertigt erscheint, das Peristom mit seinem feinen und graulich granulirten Protoplasma repräsentire gewissermaßen das Centrum des Nervensystems. Außerordentlich empfindlich sind die Thierchen für die geringste physikalische Veränderung des Wassers, besonders für die Erhöhung seines Salzgehaltes: die meisten Arten fühlen sich schon nach einigen Minuten unbehaglich, was sich Anfangs durch unruhiges Wälzen kund giebt, das sich nach und nach derart steigert, dass sie ihre Hülse verlassen und dann bald zerfallen. Alsdann fließt meist das Protoplasma aus der Mundöffnung oder der durch Zerreißen des Peristoms entstandenen Spalte aus.

Im Haushalte der Natur spielen sie durch ihre Gefräßigkeit eine ziemlich bedeutende Rolle, indem sie außer den kleinen Diatomeen, Algen und anderen Pflanzenresten auch viele verfaulte organische Stoffe verschlingen. Daneben verschonen sie aber auch die mikroskopischen Thierchen nicht. Zu wiederholten Malen fand ich in ihrem Binnenplasma Dinoflagellaten und darunter Peridineen und Dinophysen, ja sogar ihre eigene Verwandtschaft, so z. B. *Tintinnopsis beroidea*, *Codonella lagenula*, *Cyttarocylis cistellula* und *Dictyocysta templum*. Andererseits wird ihnen in großem Maße die Rolle zu Theil, anderen

Digitized by Google

Thieren als Beute zu dienen, wofür Entz' Untersuchungen des Mageninhaltes der aus dem Golfe von Neapel stammenden *Antedon rosaceus* und Salpen Zeugnis ablegen (2. p. 200—214, Taf. 14).

So weit wie möglich richtete ich meine Aufmerksamkeit auch auf das periodische Erscheinen; da ich aber nur verhältnismäßig kurze Zeit in der Zool. Station von Neapel dem Studium dieser Frage widmen konnte, so sind meine Daten, die ich hier folgen lasse, nicht maßgebend. Am frühesten erscheinen die Dictyocysten; ich fand am meisten im Monate December. Von dieser Zeit an bis zu Anfang April suchte ich sie dann vergebens. Später, nämlich Ende Januar und Anfang Februar, kamen dann *Tintinnus* und mit ihnen zugleich ein paar *Cyttarocylis*. Das massenhafte Erscheinen fällt auf Ende Februar und auf Anfang März, wo nebst *Tintinnus* *Tintinnopsis* und *Codonella* in reicher Artenzahl vorkommen. *Cyttarocylis* und *Codonella* treten zu Ende März und Anfang April in Menge auf, und damit im Zusammenhange werden *Tintinnus* und *Tintinnopsis* nach und nach seltener und verschwinden.

Ich hätte sehr gewünscht, die natürlichen Gründe sicher festzustellen, welche das allgemeine Erscheinen bedingen, da ich aber mich dabei nicht auf positive Resultate berufen kann, so spreche ich bloß Vermuthungen aus. Meiner Ansicht nach ist es sehr wahrscheinlich, dass das periodische Erscheinen der Tintinnodeen im Golfe von Neapel von der Windströmung abhängig ist, und in dieser Annahme bestärkt mich die Erfahrung, dass nach dem Scirocco und einem Sturm der Auftrieb viel reichhaltiger war, als zur Zeit anhaltender Windstille.

Über die geographische Verbreitung lässt sich aus den wenigen Angaben wohl keine allgemein gültige Schlussfolgerung ziehen, dennoch habe ich sie gesammelt und in unten stehender Tabelle zusammengestellt, in welcher G.N. den Golf von Neapel; M.M. andere Punkte des Mittelmeeres; N.M. die europäischen nördlichen Meere; A.O. den Atlantischen Ocean; A.M. das Adriatische. S.M. das Schwarze Meer und S.W. das Süßwasser bedeutet:

Zahl.	Gattungs- und Artenname.	G.N.	M.M.	N.M.	A.O.	A.M.	S.M.	S.W.
1.	*Tintinnidium fluviatile* Stein	—	—	—	—	—	—	+
2.	- *semiciliatum* Sterki	—	—	—	—	—	—	+
3.	- *neapolitanum* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
4.	- *mucicola* Cl. et L.	—	—	+	—	—	—	—
5.	*Tintinnus inquilinus* O. Fr. Müll.	+	+	+	—	—	—	—
	Latus	2	1	2	—	—	—	2

Digitized by Google

Zahl.	Gattungs- und Artenname.	G.N.	M.M.	N.M.	A.O.	A.M.	S.M.	S.W.
	Transport	2	1	2	—	—	—	2
6.	*Tintinnus lusus undae* Entz	+	—	—	—	—	—	—
7.	- *Fraknóii* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
8.	- *angustatus* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
9.	- *acuminatus* Cl. et L.	+	—	+	—	—	—	—
10.	*Amphorella striata* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
11.	- *punctatostriata* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
12.	- *ganymedes* Entz	+	—	—	—	—	—	—
13.	- *amphora* Cl. et L.	+	—	+	—	—	—	—
14.	- *quadrilineata* Cl. et L.	+	—	+	—	—	—	—
15.	- *subulata* Ehrbg.	+	—	+	—	—	+	—
16.	- *Steenstrupii* Cl. et L.	+	—	+	—	—	—	—
17.	- *tuberculata* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
18.	- *obliqua* Cl. et L.	+	—	+	—	—	—	—
19.	- *inquilinus* Entz	+	—	—	—	—	—	—
20.	- *norvegica* n. sp.	—	—	+	—	—	—	—
21.	- *urnula* Cl. et L.	—	—	+	—	—	—	—
22.	- *mediterranea* Mer.	+	—	—	—	—	+	—
23.	*Undella hyalina* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
24.	- *spiralis* Fol.	+	+	—	—	—	—	—
25.	- *Dohrnii* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
26.	- *Claparèdei* Entz	+	—	—	+	—	—	—
27.	- *Lachmanni* n. sp.	—	—	—	+	—	—	—
28.	- *anadyomene* Entz	+	—	—	—	—	—	—
29.	*Tintinnopsis beroidea* Stein	+	—	+	—	—	—	—
30.	- *lacustris* Entz	—	—	—	—	—	—	+
31.	- *Vosmaeri* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
32.	- *acuminata* Imh.	—	—	—	—	—	—	+
33.	- *annulata* Daday	+	—	—	—	—	—	—
34.	- *campanella* Haeck.	+	+	—	—	—	—	—
35.	- *helix* Cl. et L.	—	—	+	—	—	—	—
36.	- *urniger* Entz	+	—	—	—	—	—	—
37.	- *Davidoffii* n. sp.	+	—	—	—	+ (?)	—	—
38.	- *Lobiancoi* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
39.	- *nucula* Fol	+	+	—	—	—	—	—
40.	- *curvicauda* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
41.	- *Chyzeri* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
42.	- *cyathus* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
43.	- *Bütschlii* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
44.	- *cincta* Cl. et L.	+	—	+	—	—	—	—
45.	- *campanula* Ehrbg.	+	+	+	—	+	—	—
46.	- *infundibulum* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
47.	- *ventricosa* Cl. et L.	+	+	+	—	+	—	—
48.	- *angulata* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
49.	- *Lindeni* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
	Latus	40	6	15	2	3 (?)	2	4

Digitized by Google

Zahl.	Gattungs- und Artenname.	G.N.	M.M.	N.M.	A.O.	A.M.	S.M.	S.W.
	Transport	40	6	15	2	3	2	4
50.	*Tintinnopsis Mayeri* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
51.	*Codonella Bornandi* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
52.	- *lagenula* Cl. et L.	+	+	+	—	—	—	—
53.	- *annulata* Cl. et L.	+	+	+	—	—	—	—
54.	*Cyttarocylis brevicollis* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
55.	- *laticollis* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
56.	- *polymorpha* Entz	+	—	—	—	—	—	—
57.	- *cistellula* Fol	+	+	—	—	—	—	—
58.	- *acuminata* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
59.	- *Treforti* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
60.	- *cassis* Haeck.	+	+	—	—	—	—	—
61.	- *Markusovszkyi* n. sp.	+	—	—	—	+(?)	—	—
62.	- *annulata* n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
63.	- *Claparèdei* n. sp.	+	—	+	—	—	—	—
64.	- *Ehrenbergii* Cl. et L.	—	—	+	—	—	—	—
65.	- *denticulata* Cl. et L.	—	—	+	—	—	—	—
66.	- *millepora* Entz	+	—	—	—	—	—	—
67.	*Dictyocysta templum* Haeck.	+	+	+	—	—	—	—
68.	- *elegans* Ehrbg.	+	+	—	—	+(?)	—	—
69.	- *lepida* Ehrbg.	—	—	—	+	—	—	—
70.	- *acuminata* Ehrbg.	—	—	—	+	—	—	—
71.	- *tiara* Haeck.	—	+	—	—	—	—	—
72.	*Petalotricha ampulla* Fol	+	+	—	—	—	—	—
	Zusammen	58	14	21	4	5(?)	2	4

Wenn wir aus diesen Zahlen einen Schluss ziehen wollen, so kommen wir natürlich zunächst zu dem Resultate, dass bis jetzt aus dem Golfe von Neapel und aus den nördlichen Meeren die meisten Arten bekannt sind, während die Zahl aus dem Süßwasser und aus den übrigen Meeren verschwindend klein ist. Das beweist aber nach meinem Dafürhalten keineswegs, dass in den übrigen Meeren, nämlich im Atlantischen Ocean, im Adriatischen und Schwarzen Meere weniger Arten leben, sondern nur, dass diese so wie die übrigen Meere bisher noch nicht gründlich durchforscht wurden. Spätere Forschungen werden wohl zeigen, dass die Tintinnodeen mit wenigen Ausnahmen cosmopolitisch sind.

Das System.

Bevor ich zur Classificirung der Tintinnodeen übergehe, halte ich es für nothwendig, einen Blick auf das System und die Ansichten der Forscher, welche ziemlich von einander abweichen, zu werfen.

Digitized by Google

O. Fr. Müller, der gewiss zuerst hierher gehörige Formen beobachtete (2. p. 218), bestimmt natürlich bei dem Mangel an Untersuchungen ihre systematische Stelle nicht, und reihte sie in die ganz bedeutungslose Trichoda-Gruppe ein. Eben so verfuhr auch Schrank (p. 817), nur mit dem Unterschied, dass er die drei Müller'schen *Trichoda* zur Gattung *Tintinnus* vereinigt. Die systematische Stelle unter den Ciliaten wies ihnen zuerst Ehrenberg an, indem er sie neben die Ophrydinen als besondere Gattung stellte, während Dujardin sie mit den Vaginicoleen vermischt und als solche in die Familie der Vorticellinen einreiht (p. 561—562), d. h. beide Forscher brachten sie zu solchen Ciliatenformen, welche heute als peritriche Infusorien bekannt sind. Claparède und Lachmann unterscheiden schon *Tintinnus* Ehrbg. von den Ophrydineen, und indem sie die Gestalt des Körpers, die Bewimperung, Structur des Peristoms und Lage der Mundöffnung in Betracht ziehen, halten sie diese Gattung für eine selbständige Familie und stellen sie als solche neben die Oxytrichinen und Bursarinen (p. 192—196).

Stein war Anfangs, wie er selbst sagt, besonders auf Grund der Lachmann'schen Daten, geneigt, die Tintinnodeen den Heterotrichen beizugesellen, bestimmt aber später bei der weiteren Entwicklung seines Systems (p. 151, 167—168) ihre Stelle unter den Peritrichen, und zwar zwischen den Cyclodineen und Halterinen (p. 168). In demselben Sinne erklären sich Haeckel und Fol, obgleich Ersterer einigen Zweifel äußert, indem er sagt: »Ich will diese beiden Gruppen, die wahrscheinlich den Rang selbständiger Familien in der Ordnung der Peritricha (?) beanspruchen, als Dictyocystida und Codonellida bezeichnen« (p. 562).

Ganz selbständig geht Kent vor bei seiner Einreihung der Tintinnodeen in die Ordnung der Ciliaten; er ordnet nämlich einen großen Theil derselben, besonders die Tintinnodae, Codonellidae den Heterotrichen, die Dictyocystidae aber den Peritrichen unter. Welchen Werth man dieser Auffassung und diesem Verfahren Kent's beimessen kann und muss, bedarf, denke ich, keiner weiteren Erklärung; ich verweise in dieser Hinsicht einfach auf Entz' Bemerkung: »das Vorgehen von Kent aber, der einen Theil der Tintinnodeen, die Familie der Tintinnoden und Codonelliden, in die Ordnung der Heterotrichen (p. 575), die der Dictyocystiden aber in die Ordnung der Peritrichen (p. 622) einreiht, wird gewiss keine Anhänger finden« (1. p. 407).

Mit der Systematisirung der Tintinnodeen hat sich unter den

Digitized by Google

neueren Forschern einzig Entz verdienstvoll abgegeben, welcher die Ansichten der früheren Forscher kritisch beleuchtet und die Auffassung Stein's mit folgender Bemerkung begleitet: »Aber auch eine Anreihung als besondere Familie in die Gruppe der Peritrichen, wie dies Stein vorschlägt, kann nicht gebilligt werden: da doch, wie ich in einer anderen Arbeit zu zeigen mich bemühte, in dieser ganzen Stein'schen Ordnung nur die im weiteren Sinne genommenen Vorticellinen, d. h. die eigentlichen Vorticellinen, Ophrydinen und Urceolarien sich natürlich an einander gruppiren, die Tintinnodeen aber ein eben so fremdes Element bilden, wie die Spirochoninen, Gyrocoriden, Cyclodineen und Halterinen« (1. p. 407). Welchen Standpunkt Entz hierbei einnimmt, zeigen am besten seine eigenen Worte: »Die nächsten und natürlichsten Verwandten der Tintinnodeen sind, wie dies auch von Stein erkannt wurde, die Halterinen: sie stehen gleich diesen in engster Beziehung zu den Oxytrichinen — den Vorticellinen aber durchaus nicht näher, als die Oxytrichinen selbst, und der Abstand zwischen der natürlichen Gruppe der Oxytrichinen, Halterinen und Tintinnoden einerseits und der der Vorticellinen (Vorticellina, Ophrydina, Urceolarina) andererseits, wird durch das Zwischenschieben der von beiden Gruppen verschieden gebauten Cyclodineen und Gyrocoriden — wie wir dies im System von Stein antreffen — gewiss nicht überbrückt. Allerdings kommen im System, bei dem einfachen Aneinanderreihen der Familien, die Halterinen und Tintinnoden zwischen Oxytrichinen und Vorticellinen, da die Oxytrichinen jedenfalls einem Knotenpunkt entsprechen, aus welchem in einer Richtung die Euplotinen und Aspidiscinen, in der zweiten die Halterinen und Tintinnoden, in der dritten die Vorticellinen entsprossten, deren gegenseitige Verwandtschaft durch kein Aneinanderreihen, sondern durch einen Stammbaum ausgedrückt und anschaulich gemacht werden kann« (1. p. 407—408). Zugleich giebt er den seine Ansicht verdeutlichenden Stammbaum.

Ich fühle mich zwar nicht dazu berufen, mich über die systematische Stelle der Tintinnodeen entschieden zu äußern, nichtsdestoweniger sei es mir vergönnt, meine Ansicht darüber kurz zu skizziren.

Meiner Anschauung zufolge bilden die Tintinnodeen eine durch den Bau ihres Peristoms sehr interessante Familie nicht der Peritrichen, sondern der Heterotrichen und treten zwischen diesen beiden Ordnungen so zu sagen als Bindeglied auf. Als Beweis hierfür berufe ich mich in erster Linie auf die Bewimperung der Körperoberfläche, besonders aber auf die von *Tintinnidium fluviatile*

Digitized by Google

und *semiciliatum*, wo sich nach STEIN's, STERKI's und besonders ENTZ' gründlichen Untersuchungen nicht nur einerlei, sondern zweierlei Wimpern vorfinden (s. oben p. 490 ff.). Einen ferneren Beweis sehe ich in ihrer Entwicklung, resp. Vermehrung, da die Theilung (s. oben p. 508) unter solchen Symptomen vor sich geht, wie bei den Heterotrichen, hauptsächlich aber bei den Stentorinen. STEIN's Bemerkung: »Ganz ausnahmsweise findet sich eine adorale Wimperzone mit einem anscheinend totalen Wimperkleide combinirt (*Trichodinopsis*, *Tintinnopsis* und wahrscheinlich noch andere Tintinnodeen), dann aber fehlt stets das System von muskelartigen Körperstreifen, welches den heterotrichen Infusorien eigen ist« (p. 167), können wir für die Beiordnung der Tintinnodeen zu den Peritrichen keineswegs als gewichtiger ansehen, als das Fehlen des für die Vorticellinen charakteristischen Muskelstreifens in dem Körperstiele der Tintinnodeen, was CLAPARÈDE und LACHMANN für einen charakteristischen Unterschied der beiden Familien halten.

Wie schon mehrfach erwähnt, hat O. FR. MÜLLER die von ihm beschriebenen und auch wahrscheinlich zu den Tintinnodeen gehörenden Exemplare einfach unter dem Sammelnamen *Trichoda* subsummirt, und SCHRANK war der Erste, welcher sie, nachdem er einige davon ausgeschieden, der neu aufgestellten Gattung *Tintinnus* einverleibte. Die langsame Vermehrung der Formenkenntnis zog erst verhältnismäßig spät das Bedürfnis nach sich, selbständige Gattungen zu unterscheiden. So schuf EHRENBERG zuerst neben dem SCHRANK'schen *Tintinnus* die Gattung *Dictyocysta* mit von Poren durchlöcherten Kieselhülsen. Obschon CLAPARÈDE und LACHMANN eine beträchtliche Anzahl ziemlich von einander abweichender Arten kannten, so vereinigten sie dieselben doch noch immer unter dem Namen *Tintinnus* Schrk. (p. 192 etc.). STEIN, der nur drei Arten kannte, wagte auf Grund eigener Beobachtungen nicht, das von den früheren Forschern zusammengetragene Material zu ordnen, er beschränkte sich auf die Skizzirung von *Tintinnus* Schrk. und *Tintinnopsis* Stein, indem er letztere durch die Bewimperung der Körperoberfläche charakterisirt.

Den ersten Schritt zur ordnungsgemäßen Eintheilung der Tintinnodeen unternahm HAECKEL 1873, indem er die von ihm gekannten Formen in die Familien der Dictyocysten und Codonelliden einreiht. Als Hauptkennzeichen jener betrachtete er die von Poren durchbrochene Kieselhülse, die Kahlheit der Körperoberfläche und die zwei Wimperreihen des Peristoms; für die Codonelliden hebt er die

Digitized by Google

kleinen Läppchen des Peristoms, die Bewimperung der Körperoberfläche und das Ankleben von fremden Körperchen an der Hülsenoberfläche hervor (p. 562 und 564). Aber im Zusammenhang mit der Aufzählung und Charakteristik der von ihm aufgefundenen Arten bemerkt er auch: »Nach der Bildung der Schale zu urtheilen, dürfte auch ein Theil derjenigen Ciliaten, welche CLAPARÈDE und LACHMANN als Species von *Tintinnus* beschrieben haben, zu unserem Genus *Codonella* gehören« (p. 566) und als solche sieht er auch *Tintinnus campanula* und *cinctus* Cl. L. an, ja er hält es selbst für möglich, dass *Tintinnopsis* Stein hierher gehöre, was aus folgenden Worten zu entnehmen: »Wahrscheinlich steht diese *Tintinnopsis* unserer *Codonella* sehr nahe; doch würden für letztere immerhin die sonderbaren gestielten Läppchen am Rande des Peristomkragens einen sehr auszeichnenden Gattungscharakter bilden« (p. 566).

Die Eintheilung der Tintinnodeen versuchte zuerst KENT mit Berücksichtigung der gesammten litterarischen Daten im Jahre 1881—1882. Der kurze Inhalt seines Systems ist folgender:

Fam. Tintinnodae Cl. et L.: *Tintinnus* Schr., *Tintinnidium* S. K., *Vasicola* Tatem, *Strombidinopsis* S. K.

Fam. Codonellidae S. K.: *Codonella* Haeck., *Tintinnopsis* Stein.

Fam. Dictyocystidae Haeck.: *Dictyocysta* Ehrbg., *Petalotricha* S. K.

Welchen Werth man seinem System beimessen muss, geht genugsam hervor, wenn ich erwähne, dass er zu *Tintinnus* Arten zählt, welche größtentheils anderswohin gehören: es genügt auf die auffallend heterogenen Gattungen der Familie der Tintinnodae hinzuweisen und auf die Ungereimtheit, mit welcher er die von einander so verschiedenartigen Gattungen *Dictyocysta* und *Petalotricha* zu einer Familie gewaltsam vereinigt. Es ist indessen nicht zu leugnen, dass er bei der Unterscheidung der Gattungen Verdienste hat: so trennt er z. B. zuerst die Gallerthülsen bewohnenden *Tintinnus fluviatilis* und *semiciliatus* von den übrigen *Tintinnus* ab und reiht sie in die neue Gattung *Tintinnidium* ein, obschon er auch deren Bedeutung verwirrt durch Herbeiziehung der neuen Art *T. marinum*, welche keineswegs ein *Tintinnidium*, sondern einfach ein *Tintinnus inquilinus* O. Fr. Müll. ist. Ganz so verhält sich die Sache mit der neuen Gattung *Petalotricha*, deren Bedeutung er durch die Aufnahme des FOL'schen *Tintinnus spiralis* verwirrte.

Die möglichst natürliche und zweifelsohne unbedingt zweckmäßigste Eintheilung stellten FOL und ENTZ auf. ENTZ gruppirte

Digitized by Google

1884 auf Grund der Verschiedenheiten im Baue der Hülse die Tintinnodeen folgendermaßen:

I. Hülse weich, gallertartig *Tintinnidium* S. K. (pr. parte)

II. Hülse steif, chitinartig:

a. Nicht durchbrochen:

α. Ohne Kieselplättchen und ohne zellige Sculptur *Tintinnus* Sch.

β. Mit Kieselplättchen oder mit zelliger Sculptur oder auch mit beiden *Codonella* Haeck.

b. Die äußere Lamelle der Hülse von Löchern vielfach durchbrochen, gegittert *Dictyocysta* Ehrbg.

und ordnet die von ihm beobachteten Arten nach diesen Grundsätzen in die Gattungen ein (**1.** p. 405). In einer späteren Abhandlung (**2.**) nimmt er auch noch *Cyttarocylis* Fol auf.

Auch Fol nimmt 1881 und 1883 in erster Linie den Hülsenbau in Betracht, dabei aber beachtet er auch die Anzahl der Kerne. Er führt zwar sein System nicht in einer Tabelle auf, aber die Beschreibung der Gattungen und der Arten und besonders die Charakteristik der ersten geben uns ein klares Bild davon. Er beschreibt die Gattungen folgendermaßen: 1. Gen. *Tintinnus* Schr. »Coquille lisse, ferme, chitineuse, transparente, composée de deux lamelles reliées par des cloissons peu régulières et très rapprochées. Un seul noyau dans la partie postérieure du corps. Lamelles vibratiles du péristome larges et suivies d'un nombre assez grand de cils indépendants. Une couronne de cils en dehors de la couronne des lamelles ondulantes« (**2.** p. 53). — 2. Gen. *Cyttarocylis* Fol. »Coquille lisse, ferme, transparente, composée de deux lamelles séparées par un espace au moins deux fois aussi large que l'épaisseur de chacune des lamelles. Cet espace est divisé par des cloissons très régulières en une quantité d'alvéoles polygonales, qui donnent à la coquille l'aspect d'un treillis« (**2.** p. 55). — 3. Gen. *Dictyocysta* Ehrbg. »Coquille formée de deux lamelles avec des cloissons comme chez *Cyttarocylis*, mais présentant en outre des ouvertures véritables, des fenêtres plus grandes que les cellules internes de la coquille« (**2.** p. 57). — 4. Gen. *Codonella* Haeck. »Coquille formée d'une seule lame, inégale, bosselée ou striée, agglutinante, plus ou moins incrustée de corps étrangers. Animal muni au péristome de lamelles ondulantes étroites et possédant deux noyaux« (**2.** p. 58).

Auch ich halte wie Fol und Entz die Hülsenstructur für den

Digitized by Google

ersten, wichtigsten und beständigsten Fingerzeig, glaube aber, dass man eben so wenig die Zahl der Kerne und der Wimperplättchen unberücksichtigt lassen kann und darf. Hiernach gelange ich zu folgender Eintheilung.

I. Hülse weich, gallertartig, Zahl der adoralen Wimperplättchen 16, Zahl der Kerne 1—2 *Tintinnidium* S. K. (pr. parte).

II. Hülse steif, chitinartig.

A. Hülse einschichtig.

a) Hülsenoberfläche ohne fremde Körperchen.

aa) Hülse an beiden Enden offen, Zahl der adoralen Wimperplättchen 18—20, Zahl der Kerne 4 *Tintinnus* (Schr.).

bb) Hinterende der Hülse geschlossen, Zahl der adoralen Wimperplättchen 18—20, Zahl der Kerne 2—6 *Amphorella* n. gen.

b) Hülsenoberfläche mit fremden Körperchen, Kiesel- und Kalkplättchen; Zahl der adoralen Wimperplättchen 20—24, Zahl der Kerne 2—12 *Tintinnopsis* (Stein).

B. Hülse zweischichtig.

a) Zwischen den beiden Schichten ein Raum.

aa) Hülsenoberfläche ohne fremde Körperchen, Zahl der adoralen Wimperplättchen 20, Zahl der Kerne 2 *Undella* n. gen.

bb) Hülsenoberfläche mit Kiesel- und Kalkplättchen; Zahl der adoralen Wimperplättchen 18; Zahl der Kerne 8—22 *Codonella* (Haeck.).

b) Zwischen den beiden Hülsenschichten eine feine, granulirte Substanz, Zahl der adoralen Wimperplättchen 18, Zahl der Kerne 1 *Petalotricha* (S. K.).

c) Zwischen den beiden Hülsenschichten unregelmäßig zerstreute Querplättchen.

aa) Aufsatz der Hülse ohne Maschenlöcher; Zahl der adoralen Wimperplättchen 16—20, Zahl der Kerne 2—16 *Cyttarocylis* Fol.

bb) Aufsatz der Hülse von Maschenlöchern durchbrochen, Zahl der adoralen Membranellen 20, Zahl der Kerne 8 *Dictyocysta* Ehrbg.

Diese Tabelle zeigt übrigens auch die Grenze, welche ich genau wie Fol und Entz der Familie der Tintinnodeen setze, indem auch ich *Vasicola* und *Strombidinopsis* davon ausschließe und die Haeckel-

Digitized by Google

schen Dictyocystiden und Codonelliden, so wie die KENT'schen Tintinnodae, Codonellidae und Dictyocystidae ganz unberücksichtigt lasse.

Die Gattungen und Arten der Tintinnodeen.

1. Gattung. *Tintinnidium* (Kent).

Tintinnus, STEIN, p. 151. — STERKI, p. 460.
Tintinnidium, KENT, p. 611. — ENTZ, **1.** p. 405; **2.** p. 186.

Wandung der Hülse weich, gallertartig, auf der Oberfläche meist mit eingelagerten Fremdkörperchen. Zahl der adoralen Wimperplättchen 16. Körperoberfläche, außer den vier spiralförmig verlaufenden Wimperreihen, manchmal auch mit stärkeren, zerstreut liegenden, feinen Wimperborsten. Ein oder zwei Kerne und eine contractile Vacuole. Mit Süßwasser- und marinen Arten.

Diese Gattung stellte zuerst KENT 1881—82 auf und sonderte sie von *Tintinnus* durch folgende Diagnose ab: »Animalcules ovate or pyriform, resembling those of the genus *Tintinnus*, but excreting a sheath or lorica, usually of a mucilaginous consistence, which is permanently affixed to foreign objects« (p. 611). Wie es scheint, nimmt er also neben der Structur der Hülse auch die Anheftung des Thierchens an festen Gegenständen für einen wichtigen Gattungs-Charakter an, und dies ist die Ursache, dass er auch den von EHRENBERG aus der Kieler Bucht beschriebenen, steifwandige Hülsen bewohnenden *Tintinnus inquilinus* dieser Gattung einreiht. Die Unhaltbarkeit dieser Ansicht, d. h. Diagnose, betonte schon ENTZ durch folgende Bemerkung: »In dieser Diagnose [siehe oben] ist das Hauptgewicht auf die Anheftung der Hülse an Fremdkörper gelegt; nun wird aber der typische Repräsentant der Gattung, *T. fluviatile*, wenigstens eben so oft, wenn nicht öfter frei flottirend, als angeheftet angetroffen. Die Anheftung an Fremdkörper muss mithin aus der Diagnose gestrichen und das Hauptgewicht auf die gallertige Beschaffenheit der Hülse gelegt werden« (**1.** p. 405). Ich kann nach eigenen Beobachtungen an *T. neapolitanum* die Ansicht ENTZ' bestätigen, da ich das erwähnte Thierchen immer frei herumschwimmend fand; dafür sprechen aber auch die Angaben CLAPARÈDE und LACHMANN's über *T. mucicola*.

Von den Arten gehören dem Süßwasser *T. fluviatile* Stein und *semiciliatum* Sterki, dem Meere *mucicola* Cl. et L. und *neapolitanum* n. sp. an.

Digitized by Google

Bestimmungstabelle der bekannten Arten.

A. Hülse einfach cylindrisch, mit einfach abgestutztem Vorderrande.
   a) Die adoralen Wimperplättchen federartig zerfasert; Körperoberfläche außer den vier Wimperspiralen auch mit Büscheln von feinen Borsten *fluviatile* Stein (s. unten).
   b) Die adoralen Wimperplättchen am Ende in fingerförmige Plättchen zerfasert; Körperoberfläche mit zerstreuten großen Borsten *semiciliatum* Sterki (s. unten p. 524).
   c) Körperoberfläche wahrscheinlich nur mit vier Wimperspiralen *mucicola* Cl. et L. (s. unten p. 524).

B. Hülse cylindrisch, nach hinten allmählich erweitert, vorn mit einer ziemlich scharf abgesonderten Krempe *neapolitanum* n. sp. (s. unten p. 524).

Tintinnidium fluviatile Stein.

Tintinnus fluviatilis, Stein, p. 151—52.

Tintinnidium fluviatile, Kent, p. 611, Taf. 31 Fig. 8. — Entz, 2. p. 186, Taf. 13 Fig. 1—9.

Hülse cylindrisch, oft homogen, oft mit eingelagerten Fremdkörperchen, mit einfach abgerundetem Vorderrande. Körper langgestreckt, cylindrisch, manchmal glockenförmig. Ende des Stieles oft zerfasert. Adorale Wimperplättchen 16, federartig zerfasert. Auf der Körperoberfläche außer den vier spiralförmig verlaufenden Wimperreihen auch sehr oft in Büscheln geordnete, feine Borsten. Ein Kern. Das Thierchen bald angeheftet, bald frei herumschwimmend. Länge der Hülse: 0,16—0,30 mm; Breite derselben: 0,04 mm. Süßwasserform.

Diese Art war Claparède und Lachmann wahrscheinlich schon bekannt, dies lässt sich wenigstens aus folgender Bemerkung schließen: »Les eaux douces de Berlin renferment une espèce de *Tintinnus* assez rare, qui est très-voisine du *T. mucicola*. Malheureusement, nous n'en avons pas fait d'esquisse, et nous ne pouvons affirmer si elle est specifiquement différente de l'espèce marine« (p. 209). Die erste eingehende Beschreibung bringt uns aber Stein, der auch den jetzigen Artnamen aufgestellt hat. Unter den neueren Forschern giebt endlich Entz eine ausführliche Beschreibung.

Digitized by Google

Tintinnidium semiciliatum Sterki.

Tintinnus semiciliatus, Sterki, p. 460, Taf. 28 Fig. 5—9.
Tintinnidium semiciliatum, Kent, p. 612, Taf. 31 Fig. 6, 7.

Hülse auf der Oberfläche schieferig, mit angeklebten Pflanzentheilen. Körper langgestreckt, cylindrisch, sehr häufig glockenförmig; die adoralen Wimperplättchen am Ende in 6 fingerförmige Plättchen zerfasert. Körperoberfläche mit zerstreuten großen Borsten. Ein Kern. Das Thierchen an festen Gegenständen angeheftet. Länge der Hülse 0,40 mm; Breite derselben 0,035 mm. Süßwasserform.

Es scheint eine der seltensten Arten zu sein, da sie bis jetzt bloß von Sterki 1879 bei Schleitheim gefunden wurde. Es ist nicht unmöglich, dass sie mit *T. fluviatile* identisch ist, von der sie sich bloß durch die Art der Zerfaserung der adoralen Wimperplättchen und durch die Beschaffenheit der Körperbewimperung unterscheidet.

Tintinnidium mucicola Cl. et L.

Tintinnus mucicola, Claparède et Lachmann, p. 209, Taf. 8 Fig. 12. — Kent, p. 605, Taf. 31 Fig. 16.

Hülse cylindrisch, an der Oberfläche schieferig, durchsichtig, mit angeklebten Fremdkörperchen und gerade geschnittenem Vorderrande. Körper glockenförmig; Stiel langgestreckt, an dem hinteren abgerundeten Ende der Hülse angeheftet.

Diese Art kennen wir bis jetzt bloß nach der Beschreibung Claparède und Lachmann's, deren Daten auch Kent bringt. Letzterer reihte sie bei *Tintinnus* ein, macht aber folgende Anmerkung: »It is rather doubtful whether this species is not rightly referable to the closely allied sedentary genus *Tintinnidium*, and in that case would scarcely be distinguished from *Tintinnidium marinum*. Claparède and Lachmann testify to its close resemblance to, and possible specific identity with, the freshwater *Tintinnus* (*Tintinnidium*) *fluviatilis* of Stein, but are at the same time altogether silent upon the subject of its either attached or pelagic habits« (p. 605—606).

Claparède und Lachmann beobachteten die Art immer frei herumschwimmend an der norwegischen Küste.

Tintinnidium neapolitanum n. sp.
(Taf. 19 Fig. 32.)

Die langgestreckte, cylindrische Hülse ist nach hinten allmählich erweitert und am Hinterende stumpf abgerundet. Die Öffnung

Digitized by Google

der Hülse ist mit einer ziemlich scharf abgegrenzten Krempe versehen.

Ganze Länge der Hülse 117 μ; Durchmesser der Krempe 9 μ, der Öffnung 36 μ; größter Durchmesser der Hülse 45 μ.

Der Körper ist birnförmig, mit auffallend langgestrecktem, dünnem Stiel, der sich in der Mitte am Hinterende der Hülse anheftet. Der Peristomsaum ist nicht eingeschnürt, sein freier Rand zerfällt in 16 kleine Läppchen. Auf der Körperoberfläche kommen bloß die vier spiralförmig verlaufenden Wimperreihen vor. Das Körperplasma ist ziemlich fein granulirt, blassgelb gefärbt. Die zwei ovalen Kerne liegen nahe an einander in der Nähe des Peristoms, und jeder hat neben sich einen kleinen, rundlichen Nebenkern. Die contractile Vacuole befindet sich im hinteren Körperdrittel.

Diese Art steht *T. mucicola* Cl. et L. sehr nahe, unterscheidet sich aber davon durch ihre Hülsenstructur und besonders durch die krempenartige Einschnürung der Hülsenöffnung.

Ich fand die ersten Exemplare am 4. März, später sah ich sie nur noch zweimal, immer frei herumschwimmend. Es scheint eine der seltensten Arten zu sein.

2. Gattung. *Tintinnus* (Schrank).

Trichoda, O. Fr. Müller, 2. p. 218 etc.
Tintinnus, Schrank, p. 317. — Ehrenberg, 2. p. 294.
Vaginicola, Dujardin, p. 560.
Tintinnus, Claparède et Lachmann, p. 195. — Stein, p. 151. — Kent, p. 603. — Entz, 1. p. 405.

Wandung der Hülse steif, chitinartig, structurlos, durchsichtig, einschichtig, an beiden Enden offen. Körper langgestreckt, birn- oder glockenförmig. Stiel immer an der Seitenwand der Hülse angeheftet. Zahl der adoralen Wimperplättchen 18—20. Körperoberfläche bloß mit 4 spiralförmig verlaufenden Wimperreihen. Meist 4 Kerne und 1—2 contractile Vacuolen. Ausschließlich marine Formen.

Den ersten Repräsentanten dieser Gattung beobachtete schon O. Fr. Müller und beschrieb ihn als *Trichoda inquilinus*. Den Gattungsnamen *Tintinnus* benutzte zuerst Schrank 1803, ohne indessen den Gattungsbegriff festgesetzt zu haben. Dies that erst Ehrenberg 1838 mit folgenden Worten: »Animal e familia Ophrydinorum, solitarium, corpore dividuo, lorica urceolari non dividua, corpore intra

Digitized by Google

loricam pedicello flexili instructo (pistillum tintinnabuli referente)« (1. p. 294) und nach dieser Diagnose hat er zwei Arten beschrieben, unter diesen auch *T. inquilinus* O. Fr. M. — DUJARDIN umgeht den Namen *Tintinnus* und vermischt die Art *inquilinus* und einige andere mit den Vaginicoleen. Nach der Auffassung von CLAPARÈDE und LACHMANN enthielt die eigentliche Gattung *Tintinnus* außer den echten Arten auch viele, welche von den späteren Forschern in ganz verschiedene Gattungen eingereiht werden. STEIN schließt sich in Bezug auf die Begrenzung des Genus einigermaßen EHRENBERG an, während nach HAECKEL die CLAPARÈDE-LACHMANN'sche Gattung aus heterogenen Formen besteht und wahrscheinlich mit der Zeit in mehrere verschiedene Gattungen zerlegt werden wird. Bei KENT ist sie ihrem Umfange nach fast identisch mit der von CLAPARÈDE-LACHMANN, während sie bei FOL keine solche Formen enthält, welche in der That zu dieser Gattung gehörten. Am schärfsten charakterisirte sie zuerst ENTZ und nahm als Hauptcharakter die Anwesenheit einer steifen und nackten Hülse an.

Nach meiner eigenen Auffassung und nach der obigen Diagnose gehören aus der früheren Gattung hierher unter den von mir beobachteten Arten bloß *T. inquilinus* O. Fr. M.; *lusus undae* Entz; *Fraknóii* n. sp., *acuminatus* Cl. et L. und *angustatus* n. sp.

Bestimmungstabelle der bekannten Arten.

A. Hülse überall gleich dünnwandig, röhrenförmig.
   a. Hülse von vorn nach hinten fast unmerklich verjüngt *lusus undae* Entz (s. unten p. 527).
   b. Hülse von vorn nach hinten ungefähr bis zu $^4/_5$ ihrer Gesammtlänge allmählich verjüngt, im weiteren Verlauf aber gegen die hintere Öffnung sich wieder erweiternd *Fraknóii* n. sp. (s. unten p. 528).
   c. Hülse bis zum hinteren Viertel meist gleich breit.
      * Hülse im hinteren Viertel trichterförmig verengt, ohne Öffnungskrempe *inquilinus* O. Fr. M. (s. unten p. 528).
      ** Hülse im hinteren Viertel scharf abgegrenzt und röhrenförmig verengt, vorn mit kleiner Krempe *angustatus* n. sp. (s. unten p. 531).

B. Hülse nadelförmig, vorn dickwandig, Hülsenöffnung mit bedeutender Krempe *acuminatus* Cl. et L. (s. unten p. 532).

Digitized by Google

Tintinnus lusus undae Entz.

(Taf. 18 Fig. 3, 14.)

Tintinnus lusus undae, Entz, 2. p. 202, Taf. 14 Fig. 12.

Diese Art beschreibt zuerst Entz nach den leeren Hülsen aus dem Mageninhalt der aus dem Golf von Neapel stammenden Salpen und *Antedon rosaceus*. Mir gelang es, auch das lebende Thierchen mehrmals anzutreffen.

Die Hülse ist überall gleich dünnwandig, farblos. Sie ähnelt einer cylindrischen Röhre, welche von vorn nach hinten fast unmerklich sich verengt (Taf. 18 Fig. 3, 14). Sie bildet an der vorderen Öffnung eine feine Krempe und krümmt sich kaum bemerkbar nach außen, was aber nicht bei allen Exemplaren vorkommt. Um die hintere Öffnung herum ist der Rand der Hülse einfach quer abgestutzt.

Bei der sonst sehr ausführlichen Beschreibung der Hülse giebt Entz der Vermuthung Ausdruck, dass möglicherweise vom Hinterende der Hülse bei den von ihm untersuchten Exemplaren ein Stück abgesprengt war. Ich kann dies aber nicht bestätigen und muss behaupten, dass die von Entz als zerbrochen bezeichneten und von mir beobachteten Hülsen die ganzen und unverletzten Hülsen von *T. lusus undae* sind, da ich das erwähnte lebendige Thierchen immer in solchen Hülsen fand.

Die Größenverhältnisse, wie auch die Durchmesser der zwei Öffnungen der Hülse schwanken je nach den Exemplaren innerhalb engerer oder weiterer Grenzen, weichen aber auch etwas von den Zahlen von Entz ab, was aus der Vergleichung nachfolgender Messungsresultate am leichtesten bemerkbar ist:

Länge der Hülse in Mikromillimetern:	Daday	108—17,	Entz	230;
Durchmesser der vorderen Öffnung:	-	27—45,	-	55;
Durchmesser der hinteren Öffnung:	-	23—30,	-	30.

Das Thierchen ist meist graulich, oft farblos, selten hellgelb. Der Körper ist in gestrecktem Zustande birnförmig, vorn breit, nach hinten allmählich verjüngt und mit Hilfe des dünnen Stieles am hinteren Drittel der Hülsenwand befestigt. Das Peristom ist nicht eingeschnürt, sein freier Rand ist, entsprechend der Anzahl der adoralen Wimperplättchen, mit 18 Läppchen versehen. Die vier rundlichen oder schwach ovalen Kerne sind in einer Spirallinie angeordnet. Nebenkerne konnte ich nicht wahrnehmen. Die contractile Vacuole liegt am Hinterende des Körpers. Ich fand diese Art im Monat März und besonders am 28.—30., später nicht mehr.

Digitized by Google

Tintinnus Fraknóii n. sp.
(Taf. 18 Fig. 1.)

Die Hülse bildet eine cylindrische Röhre, welche von vorn nach hinten ungefähr bis zu $^4/_5$ ihrer Gesammtlänge allmählich und auffallend sich verjüngt, im weiteren Verlauf aber gegen die hintere Öffnung sich wieder erweitert. Der freie Rand der vorderen Öffnung biegt sich schwach krempenartig nach außen, während er an der hinteren Öffnung einfach quer abgestutzt ist. Die zarte, farblose Hülse ist überall gleich dünnwandig.

Länge der Hülse 360—416 μ; Durchmesser der vorderen Öffnung 54—72 μ; der hinteren Öffnung 36—45 μ; kleinster Durchmesser der Hülse 30—32 μ.

Der länglich-birnförmige Körper ist öfters hell gelblich, selten graulich gefärbt oder aber ganz farblos. Der Stiel ist im ausgestreckten Zustande ungefähr so lang, wie der Körper selbst und ist beinahe am hinteren Drittel der Wand der Hülse angeklebt. Das Peristom ist nicht eingeschnürt, sein freier Rand ist gelappt und die Zahl der Läppchen, entsprechend derjenigen der adoralen Wimperplättchen, beträgt 18. Die 4 ovalen Kerne sind in einer Spirallinie geordnet. Nebenkerne fand ich bloß 2, von denen einer zwischen den 2 oberen, der andere dagegen in der Nähe der oberen Spitze des letzten Kernes liegt. Contractile Vacuolen giebt es 2, eine im vorderen Körperdrittel, die andere im hinteren Theile am Grunde des Stieles.

Die Bewegung des Thierchens ist langsam und geschieht fast ausschließlich nach vorn. Beunruhigt löst es sich rasch von der Hülse und nach dem Einziehen des Stieles verlässt es sie durch die hintere Öffnung, ganz so, wie *T. lusus undae*.

Diese Art ist eine der häufigsten Tintinnodeen des Golfes von Neapel; ich fand sie von Februar bis Ende April.

Tintinnus inquilinus O. Fr. M.
(Taf. 18 Fig. 2, 10—13.)

Trichoda inquilina, O. Fr. Müller, **2.** p. 218.
Tintinnus inquilinus, Schrank, p. 317. — Ehrenberg, **1.** p. 294, Taf. 30 Fig. 2.
Vaginicola inquilina, Dujardin, p. 561, Taf. 16bis Fig. 5.
Tintinnus inquilinus, Claparède und Lachmann, p. 196, Taf. 8 Fig. 2. — Stein, p. 153. — Kent, p. 604, Taf. 31 Fig. 15.

Digitized by Google

Tintinnidium marinum, KENT, p. 611, Taf. 31 Fig. 9.
Tintinnus sp.? FOL, 2. Taf. 5 Fig. 15.

Dies ist eine der am frühesten bekannten Arten, trotzdem giebt es kaum eine zweite, bei welcher die Beschreibungen der verschiedenen Forscher so auffallend von einander abwichen. Zeichnungen und Beschreibung O. FR. MÜLLER's, welche auch EHRENBERG leiteten, sind so lückenhaft und undeutlich, dass es fast unmöglich ist, danach festzustellen, ob das Thierchen wirklich ein *Tintinnus* ist, und ob die von späteren Forschern als *inquilinus* beschriebene Art wirklich identisch ist mit den MÜLLER'schen Formen. EHRENBERG macht zwar etwas detaillirtere Angaben, aber ohne die Zeichnungen wäre es kaum möglich, sich ein klares Bild von dem *T. inquilinus* zu machen. DUJARDIN ist zwar kurz, aber hinreichend charakteristisch und besonders seine Abbildungen bestätigen unzweifelhaft, dass die von EHRENBERG in der Kieler Bucht beobachteten Formen identisch sind mit den DUJARDIN'schen. Viel eingehender lassen sich CLAPARÈDE und LACHMANN aus und behandeln die Art auch kritisch. Wir erhalten durch sie ein klares Bild von der so charakteristischen Form der Hülse. Indessen sahen sie die Kieler, an Algen festsitzenden Formen nicht für identisch mit den Kopenhagener freien Formen, sondern für Cothurnien an (p. 197). Obschon uns STEIN keine Zeichnungen giebt, so können wir doch nach seiner ausführlichen Beschreibung sogleich darüber ins Klare kommen, dass er dasselbe Thierchen beobachtet hat, wie CLAPARÈDE und LACHMANN. KENT theilt die Art in zwei selbständige und erwähnt der Kopenhagener freien Form noch unter dem alten Namen, während er die Kieler Algenform als *Tintinnidium marinum* aufführt, ohne Rücksicht auf DUJARDIN's wichtige Angaben.

Die Hülse des Thierchens bildet eine cylindrische Röhre mit überall gleich dicker Wandung. Hierin stimmen die früheren Forscher alle überein, weichen dagegen, obwohl wenig, über die Hülsenform von einander ab. Nach den Zeichnungen EHRENBERG's sind die cylindrischen, kelchförmigen Hülsen der Kopenhagener freien Form hinten trichterförmig verengt und gerade abgestutzt; die Hülsen der Kieler aber theilweise kelch- und eprouvettenähnlich, mit abgerundeter Spitze und ohne trichterförmige Verjüngung. DUJARDIN beschreibt die Hülse seiner an Algen angehefteten Exemplare ähnlich wie EHRENBERG die Kopenhagener freie Form, die beigefügten Zeichnungen erinnern aber mehr an die Hülsen der Kieler Form

Digitized by Google

und weichen von diesen nur in so fern ab, als ihr Hinterende trichterförmig verengt und gerade abgestutzt ist. CLAPARÈDE und LACHMANN, eben so auch STEIN beschreiben die Hülse ihrer Exemplare als cylindrisch, hinten gerade abgestutzt und ihren Durchmesser bis zur trichterförmigen Verengung überall gleich groß.

In Betreff der Hülsenform kam ich durch eigene Untersuchungen zu dem Resultate, dass alle Forscher in der That Recht haben; denn ich fand sowohl frei schwimmende Exemplare, deren Hülse von vorn nach hinten allmählich verjüngt (Taf. 18 Fig. 2), als auch solche, wo sie bis zu der trichterförmigen Verjüngung gleich breit war (Fig. 10); die hintere Spitze traf ich aber in allen Fällen gerade abgestutzt.

Man meinte bisher allgemein, die Hülse sei nur vorn offen, hinten dagegen geschlossen. Indessen habe ich mich davon überzeugt, dass sie an beiden Enden offen. Dafür spricht besonders das Verhalten der die Hülse verlassenden Exemplare, welche gleich *T. lusus undae* und *Fraknóii* durch die hintere Öffnung aus der Hülse schlüpften.

Über die Größenverhältnisse der verschiedenen Theile der Hülse sind die Ergebnisse ziemlich übereinstimmend; so z. B. ist nach DUJARDIN die Länge 0,10 mm, die Breite 0,02 mm; nach CLAPARÈDE und LACHMANN die Länge 0,08—0,12 mm, die Breite 0,025 mm. Die letzteren Forscher bemerken indessen, dass sie auch Hülsen von 0,08 mm Länge und 0,037 mm Breite fanden. Meine eigenen Messungen ergeben Folgendes: Länge der Hülse bei frei schwimmenden Exemplaren 99—108 μ, bei festsitzenden 88—100 μ; Durchmesser der vorderen Öffnung 36—40 resp. 30—38 μ; der hinteren Öffnung 18—20 resp. 16—18 μ; oberer Durchmesser der trichterförmigen Verengerung 28—36 resp. 30—38 μ.

Der Körper ist langgestreckt-birnförmig und das Peristom, wie auch sämmtliche frühere Forscher bemerken, gerade abgeschnitten (Fig. 2, 10). Das Hinterende des Körpers setzt sich in einen ziemlich langen Stiel fort, auf dem zwei rundliche Knoten sind (Fig. 10). In Betreff der Anheftung des Stieles theilten EHRENBERG und CLAPARÈDE und LACHMANN die Ansicht, er liege an dem gerade abgeschnittenen Hinterende der Hülse, nach DUJARDIN und STEIN dagegen haftet der Stiel an der Wand der Hülse in der Nähe der trichterförmigen Verjüngung. Letztere haben Recht, wie Fig. 10 zeigt.

Das gerade abgeschnittene Peristom ist vom Körper durch eine ringförmige Vertiefung ziemlich scharf abgeschnürt (Fig. 10), sein freier Rand zerfällt, der Zahl der adoralen Wimperläppchen ent-

Digitized by Google

sprechend, in 18 Läppchen. Die Zahl der ovalen Kerne ist beständig 4 (Fig. 2, 10, 11), die der rundlichen Nebenkerne dagegen, wie auch ihre Lage verschieden. Bald ist nur ein einziger Nebenkern zwischen dem dritten und vierten Kern, bald sind zwei solche, zwischen dem ersten und zweiten, resp. dritten und vierten eingelagert. Contractile Vacuolen waren beständig zwei vorhanden, und zwar die eine in der Nähe des Peristoms, die andere dagegen am Grunde des Stieles (Fig. 2, 10).

Wie oben kurz erwähnt wurde, beobachteten Ehrenberg und Dujardin Exemplare, welche auf Algen saßen, während Claparède und Lachmann, so wie Stein frei herumschwimmende fanden. Im Golf von Neapel fischte ich beiderlei Formen; die festsitzenden waren aber nicht, wie die Ehrenberg'schen und Dujardin'schen mit ihrem Hinterende, sondern mit ihrer vorderen Körperseite angeklebt.

Ich muss hier bemerken, dass Fol bei Villafranca einen *Tintinnus* gefischt hat (2. Taf. 5 Fig. 15), welcher von den neapolitanischen Algen-Exemplaren nur darin abweicht, dass seine Hülse nach der Zeichnung von Fol zugespitzt ist. Ich halte beide Formen für identisch und die Abweichungen in der Form der Hülse nur für scheinbar. Höchst wahrscheinlich war das Hinterende der Fol'schen Exemplare nur unnatürlich zusammengeschrumpft.

Nach den litterarischen Daten ist diese Art eine der am weitesten verbreiteten. Ehrenberg erwähnt ihrer aus der Kieler und Kopenhagener Bucht, Dujardin aus der Bucht bei Cette. Claparède und Lachmann zählen sie aus der Nordsee von Bergenfjord, Gleswär bei Sartoröe auf; Stein fand sie in der Ostsee bei Wismar, Fol in der Bucht von Villafranca. Ich fischte sie von Anfang Februar bis Mai.

Tintinnus angustatus n. sp.

(Taf. 18 Fig. 15.)

Die farblose Hülse bildet eine überall gleich dickwandige cylindrische Röhre, deren hinterstes Viertel sich plötzlich verengt. Der Rand der Vorderöffnung biegt sich schwach nach außen und hat eine kleine Krempe, während derjenige der Hinteröffnung einfach gerade abgestutzt ist.

Länge der Hülse 135—144 μ; größter Durchmesser 42—48 μ, der Vorderöffnung 48 μ, der Hinteröffnung 10—12 μ.

Der Körper ist birnförmig, der Stiel immer seitwärts bei der Verengerung der Hülse angeklebt und enthält zwei rundliche Knoten.

Digitized by Google

Das gerade abgestutzte Peristom ist nicht abgeschnürt und die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 20. Die Körpersubstanz ist graulich, selten hellgelblich und ziemlich grob granulirt. Von den vier ovalen Kernen liegen zwei nahe beisammen unweit der Peristombasis, der dritte an der Seite ziemlich weit von jenen und der vierte in der Richtung der zwei ersteren in der Nähe des hinteren Körperendes. Die contractile Vacuole liegt nicht weit vom Grunde des Stieles.

Unter den bis jetzt bekannten Arten ähnelt diese am meisten dem *T. inquilinus*, und besonders den auf Algen sitzenden Exemplaren, unterscheidet sich aber von diesen dadurch, dass die Vorderöffnung der Hülse eine Krempe bildet, während sie bei *inquilinus* gerade abgeschnitten ist; auch hat sie 20, *inquilinus* dagegen nur 18 adorale Wimperplättchen.

Die Art kommt in Neapel ziemlich oft (besonders zu Anfang April), aber immer nur einzeln vor.

Tintinnus acuminatus Cl. et L.

(Taf. 18 Fig. 6.)

Tintinnus acuminatus, Claparède und Lachmann, p. 199, Taf. 8 Fig. 4. — Kent, p. 606, Taf. 31 Fig. 14. — Entz, 2. p. 201, Taf. 14 Fig. 13.

Die farb- und structurlose Hülse bildet eine langgestreckte, nagelförmige Röhre. Der vordere Öffnungsrand biegt sich auffallend nach außen und bildet eine Krempe, während das Hinterende der Hülse allmählich sich verjüngt und trichterförmig endet. Der freie Rand der Öffnungskrempe ist schwach nach außen und unten gebogen. Das Hinterende der Hülse ist gerade abgeschnitten und offen; von der trichterförmigen Erweiterung entspringen zwei oder vier mit der Längsachse des Körpers parallel laufende Kämme, welche indessen im hinteren Körperdrittel verschwinden.

Länge der Hülse 432—440 μ, Durchmesser der Vorderöffnung 36 bis 40 μ, größte Breite der Hülse 18—20 μ, am Hinterende der Hülse 9 μ.

Der Körper ist langgestreckt, cylindrisch, farblos, fein granulirt. Das Thierchen haftet an der Wand im hinteren Drittel der Hülse. Das Peristom ist gerade abgeschnitten und ganzrandig. Die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 18. Die zwei ovalen Kerne liegen in der Mittellinie des Körpers. Ich fand bloß einen Nebenkern; er war rundlich und lag hinter dem ersten Kern in der Nähe desselben. Die contractile Vacuole liegt in der Mittellinie des hinteren Körpertheils.

Digitized by Google

Diese Art beschreibt zuerst CLAPARÈDE und LACHMANN von der norwegischen Küste; nach ihren Angaben bringt sie auch KENT. Später fand ENTZ wieder die leeren Hülsen im Mageninhalte von Salpen aus dem Golfe von Neapel. Jene beschrieben die Hülse als am Hinterende zugespitzt und geschlossen, und nach ENTZ ist die Wand der Hülse in der Nähe der Vorderöffnung verdickt, außerdem aber verläuft im hinteren Drittel der Hülse auf beiden Seiten ein scharfer Randstreif. Über die Maße der Hülse herrscht bei allen Autoren nahezu Übereinstimmung: die Länge beträgt 0,30, die Breite 0,024 mm nach CLAPARÈDE und LACHMANN, während ENTZ 0,32 bis 0,40 resp. 0,015—0,020 und für den Durchmesser der Öffnung 0,037 bis 0,046 mm angiebt. Falls sie sich nun über die Form des Hinterendes der Hülse nicht täuschten, was schon nach den übereinstimmenden Angaben anzunehmen ist, so halte ich es für höchst wahrscheinlich, dass meine Exemplare entweder eine interessante Varietät oder vielleicht gar eine neue Art bilden, obgleich in der Größe kein auffallender Unterschied ist, besonders bei den von ENTZ untersuchten Exemplaren nicht.

Die Art ist eine der häufigsten Tintinnodeen des Golfes von Neapel; ich fand sie von Anfang März bis Ende April sehr oft und bisweilen in größerer Menge.

3. Gattung. *Amphorella* n. gen.

Wandung der Hülse steif, chitinartig, durchsichtig, einschichtig, auf der Oberfläche selten mit verschiedenen Sculpturen, hinten immer geschlossen. Körper langgestreckt, birn- oder glockenförmig. Stiel beinahe immer an der Mitte des Hinterendes der Hülse angeheftet. 18—20 adorale Wimperplättchen. Körperoberfläche bloß mit vier spiralförmig verlaufenden Wimperreihen. 2—6 Kerne, 1—2 contractile Vacuolen. Ausschließlich marin.

In ihrem Bau steht diese Gattung *Tintinnus* sehr nahe, unterscheidet sich indessen sehr augenfällig dadurch, dass die Hülse hinten stets geschlossen ist. Dies halte ich für einen hinreichenden Grund zur Trennung beider Gattungen.

Bestimmungstabelle der bekannten Arten.

A. Hülse eprouvettenähnlich, einfach.
   a) Vordertheil der Hülse halsartig eingeschnürt, mit Öffnungskrempe.

Digitized by Google

aa) Öffnungsrand der Hülse mit einer einzigen Krempe.
* Wandung der Hülse an der halsartigen Einschnürung bedeutend verdickt *amphora* Cl. et L. (s. unten p. 535).
** Wandung der Hülse überall gleich dick.
1. Hülse von vorn nach hinten bedeutend verengt *quadrilineata* Cl. et L. (s. unten p. 535).
2. Hülse in der Mitte verengt, auf dem hinteren Drittel mit sechs Längsrippen *Steenstrupii* Cl. et L. (s. unten p. 537).

bb) Öffnungsrand der Hülse mit zwei Krempen, auf dem hinteren Drittel der Hülse acht Längsstreifen *inquilinus* Entz (s. unten p. 542).

b) Vordertheil der Hülse ohne halsartige Einschnürung und ohne Krempe.

aa) Hinterende der Hülse abgerundet.
* Hülse überall gleich breit.
1. Oberfläche der Hülse längsgestreift *striata* n. sp. (s. unten p. 538).
2. Oberfläche der Hülse längsgestreift und fein punktirt *punctatostriata* n. sp. (s. unten p. 540).
** Hülse von vorn nach hinten verengt, am Hinterende mit acht Längsstreifen *obliqua* Cl. et L. (s. unten p. 541).

bb) Hinterende der Hülse in einen Fortsatz verlängert.
* Öffnungsrand einfach abgestutzt; Hülsenfortsatz stumpf.
1. Öffnung erweitert; Hülsenwand im vorderen und hinteren Drittel mit acht Längsleisten *ganymedes* Entz (s. unten p. 539).
2. Hülsenwand ohne Längsleisten *ganymedes* var. *cylindrica* (s. unten p. 540).
** Öffnungsrand gezähnelt, Hülsenfortsatz zugespitzt.
1. Hülse röhrenförmig, im Vordertheil mit einigen gezähnelten Querringen *subulata* Ehrb. (s. unten p. 536).
2. Hülse zapfenähnlich, nur auf dem Öffnungsrand gezähnelt *norvegica* n. sp. (s. unten p. 543).

B. Hülse in Aufsatz und Wohnfach gesondert.

a) Hülsenoberfläche mit Erhebungen geziert *tuberculata* n. sp. (s. unten p. 541).

b) Hülsenoberfläche glatt; Aufsatz mit 4—5 Querringen *mediterranea* Mer. (s. unten p. 543).

Digitized by Google

Amphorella amphora Cl. et L.
(Taf. 18 Fig. 4.)

Tintinnus amphora, Claparède und Lachmann, p. 199, Taf. 8 Fig. 3. — Kent, p. 606, Taf. 31 Fig. 12. — Entz, 1. p. 410, Taf. 24 Fig. 10.

Die Hülse ist structurlos, vasenförmig, am Vorderende halsartig verengt, wodurch der Rand der Öffnung eine etwas nach außen gekrümmte Krempe bildet; das Hinterende verjüngt sich allmählich und ist abgerundet. Die Wandung der Hülse ist am Halse, d. h. unter der Öffnung sehr bedeutend verdickt.

Über die Form der Hülse herrscht zwischen Claparède und Lachmann, Entz und mir im Wesentlichen Einigkeit, indessen finden wir doch einige Abweichungen; Claparède und Lachmann nämlich beschreiben und zeichnen die Hülse hinten als gerade abgestutzt und erwähnen die Verdickung in der Halsgegend nicht, während die Hülsen von Entz und mir hinten abgerundet waren und jene Verdickung besaßen.

Länge der Hülse nach Claparède und Lachmann 0,2—0,3 mm, nach Entz 0,1 mm; größter Durchmesser der Hülse nach Entz 0,03 mm, der Öffnung 0,04 mm. Ich selbst finde: Länge 108—153 μ, Durchmesser der Öffnung 45—63 μ, größter Durchmesser der Hülse 36—50 μ.

Der Körper ist farblos, langgestreckt, birnförmig und der ziemlich kurze Stiel erreicht kaum ein Drittel der Körperlänge. Das Thierchen ist immer an der Mitte des Hinterendes der Hülse angeheftet. Das Peristom ist gerade abgestutzt; die Zahl seiner Läppchen beträgt 18, eben so wie die der adoralen Wimperplättchen. Die vier Kerne sind rundlich. Nebenkerne konnte ich nicht wahrnehmen. Von den zwei contractilen Vacuolen liegt eine in der Mitte des Körpers, die andere an der Basis des Stieles.

Diese Art ist eine der am längst bekannten; sie wurde zuerst von Claparède und Lachmann an der Küste Norwegens bei Glesnäsholm beobachtet. Später fand sie nur noch Entz im Auftrieb des Golfes von Neapel, wo auch ich sie im Monat März antraf.

Amphorella quadrilineata Cl. et L.
(Taf. 18 Fig. 5.)

Tintinnus quadrilineatus, Claparède und Lachmann, p. 201, Taf. 9 Fig. 3. — Kent, p. 607, Taf. 31 Fig. 13.

Digitized by Google

Die Hülse ist structurlos, überall gleich dickwandig, eprouvettenähnlich, von vorn nach hinten aber bedeutend verengt. Am vorderen Drittel befindet sich eine halsartige Einschnürung, wodurch die Öffnung eine bedeutende Krempe bildet. Das Hinterende ist abgerundet.

CLAPARÈDE und LACHMANN und nach ihren Angaben auch KENT sagen von der Wand der Hülse, sie sei an der halsartigen Einschnürung verdickt, außerdem erwähnen sie vier bis acht Längsrippen an der Oberfläche des hinteren Drittels der Hülse; ich konnte aber Beides nicht wahrnehmen.

Länge der Hülse 72 μ, Durchmesser der Öffnung 27 μ, kleinster Durchmesser der Hülse 18 μ.

Der Körper ist farblos, grob granulirt. Der Stiel hat nur die halbe Länge des Körpers und ist in der Mitte des abgerundeten Endes der Hülse befestigt. Das Peristom zerfällt in 18 abgerundete Läppchen, die in Zahl den adoralen Wimperplättchen entsprechen. Die vier Kerne sind rundlich. Nebenkerne fand ich keine. Die große contractile Vacuole liegt am Grunde des Stieles.

Diese Art untersuchte bis jetzt bloß LACHMANN, der die leere Hülse derselben in der Nordsee an der norwegischen Küste fand. In Neapel gehört sie zu den selteneren Arten. Ich fischte die ersten Exemplare am 26. März, hatte aber auch noch bis Mitte April einige Male Gelegenheit, sie zu untersuchen.

Amphorella subulata Ehrbg.

(Taf. 18 Fig. 7.)

Tintinnus subulatus, EHRENBERG, **1.** p. 294, Taf. 30 Fig. 3.
Vaginicola subulata, DUJARDIN, p. 562.
Tintinnus subulatus, CLAPARÈDE et LACHMANN, p. 205, Taf. 8 Fig. 15.
- *Ussowi*, MERESCHKOVSKY, **2.** p. 160, Taf. 10 Fig. 40.
- *subulatus*, KENT, p. 605, Taf. 31 Fig. 5.
- *Ussowi*, KENT, p. 609, Taf. 31 Fig. 4.

Die Hülse ist farblos, cylindrisch, bis zum hinteren Drittel gleich breit, von da an hingegen Anfangs unmerklich, dann aber augenfällig verengt und geht endlich bald in einen geraden, bald in einen mehrmals gebogenen spitz endenden Fortsatz über. Am Vorderende der Hülse kommen einige, von einander in gleicher Entfernung stehende Querringe vor, deren Ränder bald stärker, bald schwächer gezähnelt sind. Die Zähne sind an der Spitze abgerundet, gleich groß und

Digitized by Google

stehen in gleicher Entfernung von einander, die schärfsten sind indessen die 20—24 über die Randzone der Öffnung sich erhebenden.

Länge der Hülse 108—195 μ, des Fortsatzes 27—54 μ, größter Durchmesser der Hülse 18—20 μ.

Der Körper ist hellgelblich gefärbt, sehr oft ganz farblos und ziemlich fein granulirt. Der kurze, dünne Stiel haftet an der Wand im ersten Drittel des Fortsatzes der Hülse. Das Peristom ist gerade abgestutzt, ganzrandig; die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 18. Die zwei großen ovalen Kerne liegen in der Mittellinie des Körpers und sind fein granulirt. Nebenkerne konnte ich keine wahrnehmen. Von den zwei contractilen Vacuolen liegt eine im vorderen Körperdrittel, die andere in der Mittellinie des hinteren Körperdrittels. Das ganz ausgestreckte Thierchen erreicht mit seinem Peristomrande die Randzone der Hülsenöffnung.

Diese Art wird schon von EHRENBERG aus der Kieler und Kopenhagener Bucht genau beschrieben. Schon er betonte, dass die Zahl der Hülsenringe innerhalb sehr weiter Grenzen wechselt und dass das Thierchen an der Wand des Hülsenfortsatzes haftet. DUJARDIN giebt nur jene Angaben wieder, CLAPARÈDE und LACHMANN dagegen beschrieben nach eigenen Untersuchungen Exemplare von Norwegen (Vallö, Bergen, Glesnäs). MERESCHKOVSKY beschreibt das Thierchen aus dem Weißen Meer; da er aber auf dem Rande der Ringe kleine Zähnchen beobachtete, so hielt er es für eine neue Art (*T. Ussowi*) als Beispiel für das Variiren nach den Fundorten. KENT fasst bloß die Angaben der erwähnten Forscher zusammen, indessen hielt er *subulatus* und *Ussowi* für selbständige Arten.

Ich fand von dieser Art vom 28. März bis 11. April öfters Exemplare, bei denen der Rand der Ringe glatt war, aber auch solche, wo er stärker oder schwächer gezähnelt war, außerdem alle möglichen Übergänge, halte daher auch *subulatus* und *Ussowi* für ein und dieselbe Art.

Amphorella Steenstrupii Cl. et L.

(Taf. 18 Fig. 9, 21.)

Tintinnus Steenstrupii, CLAPARÈDE und LACHMANN, p. 200, Taf. 8 Fig. 5. — KENT, p. 606, Taf. 31 Fig. 20.

Die Hülse ist structurlos, eprouvettenähnlich, im vorderen Drittel und hinten breiter, als in der Mitte. Die Öffnung bildet eine bedeutende Krempe, das Hinterende ist dagegen abgerundet. Auf dem

Digitized by Google

hinteren Drittel der Hülse finden sich drei, resp. sechs Längsrippen, welche in der mittleren Gegend der Hülse verschwinden (Fig. 9). Sie machen das Hinterende sechskantig, was besonders an den Querschnitten ersichtlich ist (Fig. 21).

Länge der Hülse 126—135 μ, Durchmesser der Öffnung 27—50 μ, am Hintertheil der Hülse 15—18 μ, kleinster Durchmesser der Hülse 10—12 μ.

Der Körper ist hellgelblich, oft farblos, langgestreckt, cylindrisch. Der verhältnismäßig sehr kurze Stiel haftet immer am Mittelpunkt des hinteren Endes der Hülse, und das ausgestreckte Thierchen erreicht den Rand der Öffnung. Das Peristom ist gerade abgestutzt, ganzrandig und die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 18. Das Körperprotoplasma ist fein granulirt. Die sechs kleinen Kerne sind rundlich; zwei befinden sich im vorderen Körperdrittel, während die übrigen nahe neben einander im hinteren Drittel liegen (Fig. 9). Die contractile Vacuole liegt in der Mittellinie des hinteren Körperendes.

Claparède und Lachmann zeichnen das Hinterende der Hülse ihrer Exemplare von Glesnäsholm zugespitzt, die Zahl der Längsrippen setzen sie auf acht fest. (Kent reproducirt dies.) Über den Bau des Körpers sagen sie nichts; die Länge der Hülse beträgt nach ihnen 0,2 mm. Obwohl in der Form des hinteren Hülsenendes, der Zahl der Längsrippen und der Länge der Hülse einige Abweichung zwischen jenen und meinen Exemplaren besteht, so halte ich doch alle für ein und dieselbe Art.

Ich fischte sie am 26. März, fand sie aber auch bis zum 1. April noch öfters, indessen immer nur einzeln.

Amphorella striata n. sp.

(Taf. 18 Fig. 16.)

Die Hülse ist eprouvettenähnlich, am Hinterende abgerundet. Auf der Oberfläche sind zerstreut liegende, mit der Längsachse parallel laufende Streifen, von denen einzelne bis zum Hinterende sich ununterbrochen hinziehen, andere dagegen durch kleinere oder größere Zwischenräume unterbrochen sind.

Länge der Hülse 220—225 μ, Durchmesser 88—90 μ; eben so breit ist auch die Öffnung, deren freier Rand indessen gerade abgestutzt und ganzrandig ist.

Der Körper ist cylindrisch, der Stiel beinahe so lang, wie jener; er haftet an der Mitte des abgerundeten Hinterendes der Hülse. Der

Digitized by Google

Peristomfeld ist nicht abgeschnürt und die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 20. Das Plasma ist hellgelblich gefärbt und ziemlich grob granulirt. In der Nähe der beiden ovalen Kerne fand ich je einen rundlichen Nebenkern. Die contractile Vacuole liegt in der vorderen Hälfte des Körpers. Das ganz ausgestreckte Thierchen erreicht den Rand der Öffnung bloß mit der Randzone des Peristoms. Ich fand diese Art Anfang März, sie gehört aber zu den seltenen.

Amphorella ganymedes Entz.

(Taf. 18 Fig. 18.)

Tintinnus Ganymedes, Entz, 1. p. 409, Taf. 24 Fig. 17, 18.

Diese Art beobachtete zuerst Entz im Auftrieb des Golfes von Neapel und beschreibt ihre Hülse folgendermaßen: »Hülse glasartig, zartwandig, einem langgestielten, fußlosen Champagnerbecher ähnlich. Das vordere Viertel des Bechers trägt acht auf gleiche Abstände vertheilte, verdickte, nach beiden Enden zugespitzte Längsleisten, das Hinderende eben so viel leicht spiralig verlaufende Längsfurchen« (1. p. 409). Dies und die Abbildung entspricht im Allgemeinen der Wirklichkeit; meine Exemplare weichen nur in so fern hiervon ab, als der Stiel der Hülse nicht so lang und die Spitze abgerundet und kugelförmig eingeschnürt ist; ferner verlaufen die hinteren acht Längsrippen nicht spiralig, sondern leicht gebogen von hinten nach vorn. Über die hinteren Längsrippen sagt Entz: »Oft trifft man macerirte leere Hülsen, bei welchen die dünne Lamelle, welche die Leisten verbindet, herausgefallen ist und die Leisten als lange, spitze, steife Borsten vorragen« (1. p. 409). Diese habe ich nicht gesehen, obwohl ich mehrmals Gelegenheit hatte, leere Hülsen zu beobachten.

Die Länge der Hülse fand Entz zu 0,12 mm, den Durchmesser der Öffnung zu 0,03 mm. Meine eigenen Messungen an mehreren ergaben: Länge der Hülse 90—116 μ, Durchmesser der Öffnung 27—45 μ, Länge des Stieles 18 μ.

Der Körper des Thierchens ist farblos, birnförmig und so lang wie der Stiel in ausgestrecktem Zustande. Dieser haftet, wie auch Entz zeichnet, an dem Stiel der Hülse an der Seitenwandung derselben fest. Das Peristom ist gerade abgestutzt, sein freier Rand zerfällt in 18 Läppchen, also in eben so viele, wie es adorale Wimperplättchen giebt. Das Plasma ist farblos, durchsichtig und grob granulirt. Entz sah bloß einen einzigen, rundlichen oder ovalen Kern; nach Behandlung mit Sublimat und Tinction mit Carmin konnte ich dagegen

Digitized by Google

bei sämmtlichen Exemplaren zwei ovale Kerne unterscheiden, von denen einer im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel war. Die zwei rundlichen Nebenkerne liegen neben ihnen. Es kommt, wie schon ENTZ beobachtete, nur eine contractile Vacuole vor, und diese liegt in der Mitte des Körpers, natürlich nahe seiner Wandung.

Diese Art ist bis jetzt allein aus Neapel bekannt, von wo sie ENTZ zuerst 1882 beschrieb. Ich fischte sie Ende März und Anfang April ziemlich oft, indessen fand ich auch noch die Varietät *cylindrica*. Bei ihr ist die Öffnung der Hülse einfach abgestutzt und ohne Krempe, ferner ist die Hülse bis zum hintersten Drittel überall gleich breit. Endlich fehlen die für die Grundform charakteristischen Längsrippen und stellt die Spitze des Hülsenstieles eine dreilappige Keule vor.

Größte Länge der Hülse 99 μ; Durchmesser der Öffnung 22 μ.

Ich fand diese Varietät in Gesellschaft der Grundform gegen Ende März 1886, aber nur in einzelnen Exemplaren.

Amphorella punctatostriata n. sp.

(Taf. 18 Fig. 19.)

Die Hülse ist farblos, eprouvettenähnlich, mit abgerundetem Hinterende. An der Oberfläche sind mit der Längsachse parallel laufende Längsstreifen und dazwischen zerstreut liegen stark lichtbrechende kleine rundliche Pünktchen.

Größte Länge der Hülse 207 μ; größter Durchmesser 45 μ; eben so groß ist auch die ganzrandige Öffnung.

Der Körper ist birnförmig, farblos, ziemlich dicht und grob granulirt. Der Stiel erreicht fast die Länge des Körpers und ist am Mittelpunkt des hinteren, geschlossenen Endes der Hülse befestigt. Das Peristom ist nicht abgeschnürt, sein freier Rand ist gerade abgestutzt, ganzrandig, und die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 18. Die zwei ovalen Kerne sind fein granulirt, in der Mitte mit einer spindelförmigen Höhle, ganz so, wie sie ENTZ bei dem Kerne von *Tintinnidium fluviatile* beschrieben. Die Kerne liegen immer in der Mittellinie des Körpers. Ich konnte bloß einen Nebenkern unterscheiden; er ist rundlich, structurlos und liegt in der Nähe des am Grunde des Peristoms liegenden Kernes. Von den zwei contractilen Vacuolen findet sich eine in der Nähe des Peristoms, die andere am Grunde des Stieles in der Mittellinie des Körpers.

Ich fand diese Art im März, sie gehört aber zu den selteneren Arten.

Digitized by Google

In der Form der Hülse und im Körperbau erinnert sie an *A. striata*, unterscheidet sich indessen von dieser dadurch, dass die Oberfläche der Hülse nicht bloß mit Längsstreifen, sondern auch mit kleinen Pünktchen geschmückt ist. Außerdem weicht sie aber auch noch durch die Structur ihrer Kerne von dieser ab.

Amphorella tuberculata n. sp.

(Taf. 18 Fig. 20.)

Die Hülse ist fast rundlich, in zwei Theile gesondert, nämlich in einen schmalen, kurzen und geraden Aufsatz und in ein breiteres, am Ende abgerundetes Wohnfach. Jener ist 12 μ lang, von dem Wohnfach durch eine scharfe Linie gesondert, ganz structurlos, mit einem Durchmesser von 30 μ. Die Länge des Wohnfaches beträgt 60 μ, sein größter Durchmesser 54 μ; auf der Oberfläche sind kleine abgerundete Erhebungen, welche dem Seitenrand der Hülse einen gezackten Contour verleihen.

Der Körper ist dick, birnförmig, farblos, mit kurzem Stiel, welcher in der Mitte des hinteren, abgerundeten Hülsenendes anhaftet. Das Peristom ist gerade abgestutzt, ganzrandig, mit 20 adoralen Wimperplättchen versehen. Das Plasma ist grau granulirt. Die zwei großen, ovalen Kerne liegen in der Mittellinie des Körpers nahe neben einander. Nebenkerne sind ebenfalls zwei; sie sind rundlich und befinden sich in der Nähe der Kerne so angeordnet, dass der eine am oberen, der andere am unteren Ende der Kerne liegt. Contractile Vacuolen fand ich zwei im hinteren Drittel des Körpers, eine etwas oben, die andere an der Basis des Stieles in der Mittellinie des Körpers.

Diese Art steht der *A. mediterranea* sehr nahe, besonders durch die Form und Gliederung ihrer Hülse, weicht aber von ihr darin ab, dass auf dem Aufsatz der *mediterranea* 4—5 Querringe vorkommen und die Oberfläche des Wohnfaches glatt ist.

Ich fand sie Anfang März, aber nur in zwei Exemplaren.

Amphorella obliqua Cl. et L.

Tintinnus obliquus, Claparède und Lachmann, p. 198, Taf. 9 Fig. 1. — Kent, p. 606, Taf. 31 Fig. 26.

Tintinnus inquilinus var. *lineatus*, Entz, 1. p. 411, Taf. 24 Fig. 21.

Die Hülse ist farb- und structurlos, eprouvettenähnlich. Die Öffnung ist rundlich, ganzrandig; ihr Durchmesser ist größer, als der

Digitized by Google

des übrigen Theiles der Hülse, übrigens hat die Hülse selbst nicht überall die gleiche Breite, denn am hinteren Drittel verengt sie sich kaum merklich und endet in eine ziemlich schmale, aber abgerundete Spitze.

Diese Art beschrieben zuerst CLAPARÈDE und LACHMANN. Nach ihnen ist die cylindrische, durchsichtige, farblose, einschichtige Hülse am Hinterende spitzig, im vorderen Drittel gleich breit, hinten enger. Das Peristom ist schief gestellt. ENTZ, der nach CLAPARÈDE und LACHMANN bis jetzt diese Art allein gefunden hat, giebt das Hinterende, resp. die Spitze der Hülse als gerade abgestutzt an, bildet es aber etwas abgerundet ab. Die Oberfläche der Hülse ist nach Jenen ganz glatt, nach ENTZ hingegen verlaufen von der Spitze bis zu der Mitte der Hülse acht symmetrisch geordnete mit der Längsachse parallele Längsstreifen.

Die Art ist bis jetzt bloß von der norwegischen Küste bei Glesnäsholm (CL. u. L.) und von Neapel (ENTZ) bekannt.

Amphorella inquilinus ENTZ.

Stichotricha inquilinus, ENTZ, I. p. 380, Taf. 24 Fig. 22.

Die Hülse ist farblos, structurlos, lang gestreckt, eprouvettenähnlich, nach vorn verengert, nach hinten bis zum letzten Viertel etwas erweitert, dann aber plötzlich verengert und in eine gerade abgeschnittene Spitze auslaufend. Ihre Öffnung bildet eine selbst den größten Durchmesser der Hülse überragende Krempe, in welcher eine innere, kürzere Krempe sich findet. Die Wand der äußeren ist verdickt, der inneren dagegen so dünn, wie die übrigen Theile der Hülse und mit der Wand der äußeren verschmolzen. Von der Spitze bis zum Drittel der Hülse verlaufen acht symmetrisch geordnete Längsstreifen.

Länge der Hülse 0,16 mm; größte Breite 0,015 mm, Durchmesser der Öffnung 0,036 mm.

Diese Art beschreibt ENTZ als *Stichotricha inquilinus*. Vom Bau des Körpers sagt er: »Der äußerst contractile, schwellende Körper von *S. inquilinus* besteht aus dem eigentlichen Leib, welcher sich nach hinten bald abrundet, bald mehr oder minder zuspitzt, und aus dem nach vorn sich verjüngenden Rüssel. Der letztere trägt an seinem linken Rand eine Reihe von langen und kräftigen adoralen Wimpern, welche sich eigenthümlich nach vorn über einander schlagen; nur auf Augenblicke konnte ich namentlich die vordersten Wim-

Digitized by Google

pern sich strecken und steifen sehen, wo sie dann ganz wie die adoralen Wimpern der *Stichotricha secunda* aussehen. Auf der Bauchseite verlaufen schiefe Wimperstreifen, deren Zahl und Anordnung aber ich nicht ermitteln konnte und welche ich in der Abbildung ganz wegließ. Von der ganzen übrigen Organisation konnte ich nur die für die Oxytrichinen charakteristischen zwei ovalen Kerne und die etwa in der Mitte des Körpers am rechten Körperrande befindliche contractile Vacuole sicher erkennen« (1. p. 381). Nach dieser Beschreibung könnte und sollte man diese Art wirklich für eine *Stichotricha* halten, mit Rücksicht aber darauf, dass das zusammengezogene Peristom der im Absterben begriffenen Tintinnodeen[1] ganz dieselbe Form hat, wie jener »Rüssel«, ferner auf die Form und Zahl der Kerne und besonders mit Rücksicht auf jene Wimperstreifen können wir *S. inquilinus* für nichts Anderes halten, als für eine im Absterben begriffene echte Tintinnode.

Diese Art ist bis jetzt bloß durch Entz von Neapel bekannt geworden.

Amphorella norvegica n. sp.

Tintinnus sp., Claparède und Lachmann, p. 210, Taf. 8 Fig. 16.
— Kent, Taf. 31 Fig. 17.

Die Hülse ist structurlos, einem bauchigen Topfe ähnlich. Ihre Öffnung ist rundlich, mit fein und spitzig gezähneltem Rand. Das Hinterende verlängert sich in einen spitzen Stiel.

Claparède und Lachmann fanden sie bei Glesnäsholm, geben aber nur eine Abbildung. Die Structur der Hülsen und das Vorkommen in der pelagischen Fauna bestätigen zweifellos meine Ansicht, dass diese Art zu den Tintinnodeen gehört, und da Claparède und Lachmann keinen Artnamen dafür angeben, so benenne ich sie nach dem Fundorte.

Amphorella mediterranea Meresch.

Tintinnus mediterraneus, Mereschkovsky, 1. p. 211, Taf. 12 Fig. 1, 2.
— Kent, p. 610.

Die Hülse ist in einen kürzeren, geraden Aufsatz und ein breiteres Wohnfach getheilt. Jener hebt sich ziemlich scharf von dem

[1] Stein sagt im Einklange hiermit von *Tintinnopsis beroidea*: »Der äußere Wimperkranz [d. h. der adorale] zeigte sich oft nach rückwärts über den Körper hinweg gekrümmt und reichte dann bis zu Anfang des letzten Körperdrittels« (p. 154 Anm. 1).

Digitized by Google

Wohnfache ab und hat auf seiner Oberfläche 4—5 Querringe. Das Wohnfach mit glatter Oberfläche ist bald abgerundet, bald zugespitzt. Diese Art beschreibt MERESCHKOVSKY und unterscheidet die Varietäten: *pontica* und *neapolitana*, jene aus dem Schwarzen Meer mit etwas bauchiger und an dem Hinterende abgerundeter Hülse, diese aus dem Golf von Neapel mit schlankerer und an dem Hinterende zugespitzter Hülse. Nach ihm beträgt die ganze Länge der Hülse 0,016 mm, die größte Breite 0,013 mm, die Länge des Aufsatzes 0,002 mm.

Wie schon erwähnt, ist es nicht unmöglich, dass die von mir beobachtete und oben als *tuberculata* n. sp. beschriebene Art mit *mediterranea* Mereschk. in denselben Formenkreis gehört.

4. Gattung. *Tintinnopsis* Stein.

Tintinnopsis, STEIN, p. 154. — KENT p. 617.
Codonella, Auct.

Wandung der Hülse steif, chitinartig, einschichtig, auf der Oberfläche mit Kiesel- und Kalkplättchen, glatt oder geringelt. Körper bald länger, bald kürzer, birn- oder glockenförmig. Stiel entweder in der Mitte des Hinterendes der Hülse oder an der Seitenwand befestigt. 20—24 adorale Wimperplättchen. Körperoberfläche bloß mit den 4 spiralig verlaufenden Wimperreihen. 2—12 Kerne, 1—2 contractile Vacuolen. Süßwasser- und marine Formen.

Diese Gattung stellte STEIN in einer einzigen Art auf und nahm als Hauptcharakter die Bewimperung der Körperoberfläche an. Später hielt sie nur KENT aufrecht, wieder nur mit einer einzigen Art, während FOL und ENTZ alle damals bekannten Arten von *Tintinnopsis* zur HAECKEL'schen Gattung *Codonella* bringen. Die Gattung ist sehr artenreich.

Bestimmungstabelle der bekannten Arten.

I. Hülsenöffnung ohne krempenartige Erweiterung.
A. Hülse ohne Fortsatz.
a. Hülse kurz, fingerhutförmig.
* Hülse überall gleich breit.
1. Hinterende abgerundet *beroidea* Stein (s. unten p. 547).
2. Hinterende kurz zugespitzt
beroidea var. *acuminata* (s. unten p. 547).

Digitized by Google

** Hülse von vorn nach hinten bedeutend verschmälert *beroidea* var. *plagiostoma* (s. unten p. 548).

*** Vorderes Drittel der Hülse verengt, hinteres bauchig erweitert *beroidea* var. *compressa* (s. unten p. 548).

b. Hülse langgestreckt, röhrenförmig *Lobiancoi* n. sp. (s. unten p. 553).

c. Hülse gestreckt, glasförmig; Öffnung trichterförmig erweitert.

* Oberfläche ohne Querringe *cyathus* n. sp. (s. unten p. 556).

** Oberfläche mit 8—12 Querringen *cyathus* var. *annulata* (s. unten p. 556).

d. Hülse in der Mitte bauchig erweitert, hinten zugespitzt, Körperplasma mit 12 Kernen *Mayeri* n. sp. (s. unten p. 563).

B. Hülse mit Fortsatz.

a. Hülse röhrenförmig.

* Fortsatz kurz, gerade.

1. Öffnung einfach.

α. Oberfläche mit 12—14 Querringen *annulata* Daday (s. unten p. 550).

β. Hülse in ihrem hinteren Drittel schneckenförmig gewunden *helix* Cl. et L. (s. unten p. 562).

γ. Hülse in ihrem hinteren Drittel mit ringförmiger Rippe *angulata* n. sp. (s. unten p. 561).

2. Hülse in ihrem Vordertheil mit ringförmiger Rippe; Öffnung mit schmaler, etwas schräg nach innen gerichteter Zone *urnula* Cl. et L. (s. unten p. 561).

** Fortsatz kurz, zweimal gebogen *curvicauda* n. sp. (s. unten p. 554).

b. Hülse trichterförmig oder glöckchenförmig; Öffnung einfach oder krempenartig erweitert.

* Öffnung einfach abgestutzt.

1. Fortsatz fast so lang wie die Hälfte der ganzen Hülse.

α. Hülse nach hinten allmählich verengt, Fortsatz gerade *Davidoffii* n. sp. (s. unten p. 552).

β. Hülse nach hinten kaum merklich verjüngt; Fortsatz in der hinteren Hälfte gebogen *Davidoffii* var. *longicauda* (s. unten p. 553).

Digitized by Google

2. Fortsatz wenig länger als ein Viertel der ganzen Hülse *Davidoffii* var. *cylindrica* (s. unten p. 553).

** Öffnung krempenartig erweitert.

1. Hülse glöckchenförmig.

α. Oberfläche ohne Querringe, Fortsatz kurz, gerade *Vosmaeri* n. sp. (s. unten p. 549).

β. Oberfläche mit 6 Querringen, Fortsatz kurz, gebogen *Vosmaeri* var. *curvicornis* (s. unten p. 549).

γ. Oberfläche mit 6—10 Querringen, Fortsatz kurz, gerade *campanella* Haeck. (s. unten p. 551).

2. Hülse kegelförmig, langgestreckt *Vosmaeri* var. *elongata* (s. unten p. 550).

3. Hülse trichterförmig.

α. Oberfläche mit mehreren Querringen *urniger* Entz (s. unten p. 551).

β. Oberfläche ohne Querringe *urniger* var. *laevis* (s. unten p. 552).

*** Vordertheil der Hülse auffallend erweitert; Öffnungsrand etwas nach innen gebogen, Oberfläche auch mit Querringen *infundibulum* n. sp. (s. unten p. 559).

C. Hülse in Aufsatz und Wohnfach gesondert.

a. Aufsatz steif, von vorn nach hinten verengt, trichterförmig.

* Aufsatz ohne Querringe *nucula* Fol (s. unten p. 554).

** Aufsatz mit 2—5 Querringen *lacustris* Entz (s. unten p. 562).

b. Aufsatz biegsam *ventricosa* Cl. et L. (s. unten p. 559).

D. Hülse in Aufsatz, Wohnfach und Fortsatz gesondert.

a. Aufsatz ohne Querringe *Lindeni* n. sp. (s. unten p. 560).

b. Aufsatz mit Querringen *acuminata* Imhof (s. unten p. 563).

II. Hülsenöffnung mit einer Krempe.

A. Hülse glöckchenförmig, Oberfläche mit mehreren Querringen.

a. Hülse ohne Fortsatz *Bütschlii* n. sp. (s. unten p. 556).

b. Hülse mit Fortsatz *campanula* Ehrbg. (s. unten p. 558).

B. Hülse cylindrisch, Oberfläche mit Querringen *cincta* Cl. et L. (s. unten p. 557).

C. Hülse im Hintertheil halbmondförmig gekrümmt *Chyzeri* n. sp. (s. unten p. 555).

Digitized by Google

Tintinnopsis beroidea Stein.
(Taf. 19 Fig. 2, 14.)

Tintinnopsis beroidea, Stein, p. 154. — Kent, p. 617.

Die farblose, fingerhutförmige Hülse ist überall gleich breit, am Hinterende abgerundet. Ihre Länge beträgt 45—90 μ, ihr Durchmesser 27—45 μ. Der Körper ist cylindrisch, graulich, öfters farblos. Der kurze Stiel haftet in der Mitte des Hinterendes der Hülse an. Der freie Rand des Peristoms ist glatt; die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 20. Von den zwei großen, ovalen Kernen liegt der eine im vorderen Drittel, der andere in der Mitte des Körpers (Fig. 14). Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole liegt im hinteren Körperende in der Nähe der Basis des Stieles.

Es ist eine der häufig vorkommenden Tintinnodeen von Neapel; ich fand sie die ganze Zeit über, bisweilen in großer Menge und in einigen Varietäten.

Stein, der erste Beobachter des Thierchens, fand sie im Monat August 1862 bei Wismar in der Ostsee; seine Exemplare weichen von den meinen nur in so fern ab, als Stein bloß eines halbringförmigen Kernes erwähnt, während ich beständig zwei antraf.

var. *acuminata*.
(Taf. 19 Fig. 4, 5, 29.)

Codonella beroidea, Entz, I. p. 411, Taf. 24 Fig. 2—9.

Die fingerhutförmige Hülse ist am Hinterende kurz und scharf zugespitzt. Ihre Länge beträgt 72—78 μ, ihr Durchmesser 45—50 μ.

Diese Form beschreibt Entz als *Codonella beroidea* von Neapel. Er erklärt den Peristomrand für schwach gelappt und bildet ihn auch so ab. Die Zahl der adoralen Wimperplättchen stellt er zwar nicht fest, indessen lässt sich aus der Abbildung folgern, dass es mindestens 30 sind. Er zeichnet nur einen großen, nierenförmigen Kern und daneben einen rundlichen Nebenkern. Die contractile Vacuole ist in dem vorderen Körperdrittel dem großen Kerne gegenüber abgebildet. — Im Bau weicht die Varietät von der Grundform nur dadurch ab, dass ihre zwei Kerne in der Mitte des Körpers in der Nähe der Seitenwand liegen und die contractile Vacuole sich den Kernen gegenüber befindet. Außerdem war noch am Grunde des Peristoms eine seichte Einschnürung sichtbar (Fig. 29).

Diese Varietät ist ziemlich häufig.

Digitized by Google

var. ***plagiostoma.***
(Taf. 19 Fig. 3, 6.)

Codonella beroidea, ENTZ, **1.** Taf. 24 Fig. 1.

Die Öffnung der fingerhutförmigen Hülse ist bedeutend breiter, als der Durchmesser des übrigen Theiles derselben und besonders als des hinteren abgerundeten Endes.

Länge der Hülse 63—68 μ; Durchmesser der Öffnung 45—50 μ, des Hinterendes 12—20 μ.

Sie weicht im Bau von der Grundform nur dadurch ab, dass ihre Kerne rundlich sind und die contractile Vacuole im vorderen Körperdrittel in der Nähe der Wandung liegt (Fig. 6).

Diese Varietät beobachtete schon ENTZ in Neapel und beschreibt die Hülsen als *Codonella beroidea*. Ich fand sie vom 18. März bis Mitte April mehrmals.

var. ***compressa.***
(Taf. 19 Fig. 7—9, 28.)

Die fingerhutförmige Hülse ist in ihrem vorderen Drittel in der Nähe der Öffnung halsartig eingeschnürt und bedeutend enger, als in der Mitte oder an ihrem Hinterende, wo sie bauchig erweitert und stumpf abgerundet ist. Ihre Öffnung bildet einen einfachen Kreis, dessen Durchmesser so groß ist wie die größte Breite der Hülse.

Länge der Hülse 54—63 μ, größte Breite 45 μ, kleinste 38 μ, Durchmesser 45 μ.

Im Bau weicht sie von der Grundform nur durch die Form und Lage der Kerne ab, indem die zwei kleinen rundlichen Kerne in der Mittellinie des Körpers liegen und zwar der eine in der Nähe der Peristombasis, der andere gerade in der Mitte (Fig. 7). Ich fand indessen auch Exemplare, deren Kerne oval waren und von denen der eine in der Nähe der Peristombasis, der andere im hinteren Körperdrittel sich befand, beide aber in der Nähe der Körperwandung (Fig. 28). Die contractile Vacuole liegt neben der Wandung des vorderen Körperdrittels.

Ich fischte diese Varietät im Golfe von Neapel im April, wo sie sehr oft vorkommt, fand sie aber auch im Lago Fusaro; hier jedoch ist sie bedeutend länger, mit engerer Hülse (Fig. 9).

Ich muss hier ferner bemerken, dass ENTZ noch eine andere Varietät als *Codonella beroidea* beschrieben hat (**2.** p. 204, Taf. 14 Fig. 16, 17), deren Hülse am Hinterende abgerundet oder schwach

Digitized by Google

zugespitzt, in der Mitte bauchig erweitert, in der Nähe der Öffnung hingegen verengt war, und in dieser Hinsicht an *T. beroidea* var. *compressa* erinnert; die Öffnung ist aber immer schräg abgestutzt. Wenn diese eigenthümliche Form der Öffnung nicht die Folge mechanischer Einwirkungen und besonders des Verdauungsprocesses der Salpen ist, so muss man auch sie für eine Varietät halten.

Tintinnopsis Vosmaeri n. sp.

(Taf. 19 Fig. 10, 11.)

Die glöckchenförmige Hülse spitzt sich von vorn nach hinten allmählich zu und endet in einem kurzen spitzigen Zipfel. Die äußeren Contouren sind meistens gebogen (Fig. 10) und die Hinterspitze kurz, mitunter sind sie aber fast gerade und schräg, und bloß am Grunde der Hülsenverlängerung etwas gebogen, wesshalb diese länger und schärfer hervortritt (Fig. 11).

Länge der Hülse 117—135 μ, größte Breite 81—90 μ; Länge des Fortsatzes 25—30 μ.

Der birnförmige Körper ist hell graulich, fein granulirt und mit seinem kurzen Stiel an der Seitenwand des hintern zugespitzten Hülsenendes befestigt. Das Peristom ist durch eine Einschnürung auffallender entwickelt, ganzrandig, sein Plasma fein granulirt, graulich. 22 adorale Wimperplättchen. Die zwei rundlichen Kerne befinden sich in der Mittellinie des Körpers, der eine im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole liegt im vorderen Körperdrittel in derselben Richtung mit den Kernen (Fig. 10).

Ich fand sie Anfang März, verhältnismäßig häufig in Gesellschaft einiger auffallenden Varietäten.

var. *curvicornis*.

(Taf. 19 Fig. 12.)

Die glöckchenförmige Hülse verschmälert sich nach hinten allmählich und gleichmäßig und verlängert sich in einen spitzigen, gebogenen Fortsatz, an dessen Grund sie etwas abgerundet ist. Die Wandung ist gerade. An der Oberfläche des Vorderendes befinden sich sechs Ringe; innerhalb derselben stehen die Kiesel- und Kalkkörperchen dicht neben einander.

Länge der Hülse 153 μ, des Fortsatzes 54 μ, Durchmesser der Öffnung 72 μ, kleinster Durchmesser der Hülse 18 μ.

Digitized by Google

Im Bau des Körpers weicht diese Varietät nicht von der Grundform ab. Ich fand sie in Gesellschaft der Grundform Anfang und Mitte März, sie kommt aber nicht so häufig vor, wie jene.

var. *elongata*.
(Taf. 19 Fig. 13, 15.)

Die Hülse ist langgestreckt, kegelförmig, von vorn nach hinten bald unmerklich, bald auffällig verengt und am Hinterende leicht gebogen, in einen kurzen, spitzigen, geraden Fortsatz sich verlängernd. Die Seitencontouren der Wandung sind gerade.

Länge der Hülse 162—198 μ, des Stieles 18—36 μ, Durchmesser der Öffnung 72—90 μ, größte Breite der Hülse 72—90 μ, kleinster Durchmesser der Hülse 36 μ.

Im inneren Bau weicht sie nicht von der Grundform und von der vorhergehenden Varietät ab. Ich fand sie Anfang April, aber immer nur einzeln.

Tintinnopsis annulata Daday.
(Taf. 19 Fig. 17.)

Codonella annulata, Daday, p. 496, Taf. 25 Fig. 15.

Die cylindrische Hülse ist in ihrem vorderen Drittel gleich breit, im hinteren Drittel hingegen plötzlich verengt und verlängert sich in einen kurzen, spitzigen Fortsatz. Die Seitencontouren der Hülse sind gerade, gehen aber in den Fortsatz abgerundet über. Am Vordertheil befinden sich 12—14 gleich breite Querringe; die Fremdkörperchen sind hier so angeordnet, dass sie am häufigsten an den Grenzlinien der Querringe, am spärlichsten hingegen auf dem Felde derselben vorkommen.

Länge der Hülse 135 μ, des Fortsatzes 27 μ, Durchmesser der Öffnung 48 μ.

Der birnförmige Körper verlängert sich in einen kurzen, am Hülsenfortsatz anhaftenden Stiel. Das Peristom ist ganzrandig, nicht abgeschnürt; die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 20. Von den zwei ovalen Kernen liegt der eine im vorderen, der andere im hinteren Drittel des Körpers. Die contractile Vacuole befindet sich dem vorderen Kerne gegenüber.

Ich fand diese Art fast immer in einigen Exemplaren, am häufigsten indessen Anfang April.

Digitized by Google

Tintinnopsis campanella Haeck.

(Taf. 19 Fig. 16, 18.)

Codonella campanella, Haeckel, p. 567, Taf. 28 Fig. 11—14. — Kent, p. 616, Taf. 31 Fig. 34—37.

Die glöckchenförmige Hülse, in ihrem vorderen Drittel verengt, im hinteren etwas bauchig erweitert und mehr oder weniger abgerundet, verlängert sich in einen bald kürzeren, bald längeren spitzigen Fortsatz. Im vorderen Drittel befinden sich 6—10 Querringe, welche gleich breit und mehr oder weniger erhaben sind.

Länge der Hülse 153—180 μ, des Fortsatzes 45 μ, Durchmesser der Öffnung 63—90 μ, kleinste Breite der Hülse 36—40 μ.

Der Körper ist graulich gefärbt oder hellgelblich, langgestreckt, birnförmig, der kurze Stiel haftet am Fortsatze der Hülse an. Das Peristom ist nicht eingeschnürt; 20 adorale Wimperplättchen. Die zwei ovalen Kerne liegen in der Mittellinie des Körpers, der eine im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel. Nebenkerne konnte ich nicht wahrnehmen. Die contractile Vacuole findet sich gegenüber dem vorderen Kerne.

Diese Art fand zuerst Haeckel bei Lanzarote. Zwischen seinen und meinen Exemplaren waltet in Betreff der Hülse bloß in so weit ein Unterschied ob, als Haeckel das vordere Drittel als frei von fremden Körperchen und Plättchen zeichnet, während es bei den neapolitanischen Exemplaren damit bedeckt ist. Wegen der Haeckel-schen Angaben über den Bau des Körpers, welche von den meinigen auffallend abweichen, vgl. oben p. 491, 494.

Ich muss hier bemerken, dass Fol und nach ihm Entz die *Tintinnopsis (Codonella) campanella* Haeck. für identisch mit Ehrenberg's und Claparède und Lachmann's *C. campanula* hielten, ich betrachte hingegen beide für selbständige Arten.

Ich fand sie ziemlich häufig Ende März und Anfang April.

Tintinnopsis urniger Entz.

Codonella Urniger, Entz, 1. p. 412, Taf. 24 Fig. 23.

Die Hülse ist trichterförmig, verlängert, in der Nähe der Öffnung verengt, weshalb der Rand eine kaum bemerkbare Krempe bildet; sie endet in einem leicht abgeschnürten Fortsatz. Auf der Oberfläche kommen ihrer ganzen Länge nach gleich große Querringe vor;

Digitized by Google

die Fremdkörperchen sind in den Grenzlinien derselben zahlreich, anderswo hingegen nur vereinzelt.

Länge der Hülse 153—158 μ, Durchmesser der Öffnung 75—80 μ.

Der langgestreckte, birnförmige, hellgelblich gefärbte, selten farblose Körper haftet mit seinem Stiele an der Wandung des Hülsenstieles. Sein Peristom ist nicht abgeschnürt, die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 20. Von den zwei ovalen Kernen liegt der eine im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel; die contractile Vacuole befindet sich in der Körpermitte.

Diese Art beschrieb zuerst Entz von Neapel, fand indessen nur die Hülsen. Ich fischte auch das lebende Thierchen häufig.

var. *laevis.*

(Taf. 19 Fig. 19.)

Die Hülse ist langgestreckt, trichterförmig, im hinteren Drittel schwach abgerundet und endet in einen geraden, kurzen und spitzigen Fortsatz. Der Rand bildet eine schwach nach außen gebogene Krempe.

Länge der Hülse 144—153 μ, des Fortsatzes 45 μ, Breite der Öffnung 45—60 μ.

Außer der unbedeutenden Formverschiedenheit weicht diese Varietät von der Grundform nur durch den Mangel der Querringe ab. Einige Exemplare fischte ich im März.

Tintinnopsis Davidoffii n. sp.

(Taf. 19 Fig. 23, 25.)

Die Hülse ist langgestreckt, trichterförmig; die Seitencontouren, bald unmerklich (Fig. 23), bald etwas auffallender gebogen, verlängern sich in einen spitzigen Fortsatz (Fig. 25), welcher entweder nur halb oder fast eben so lang ist, wie die Hülse selbst.

Länge der Hülse mit dem Fortsatz 180—324 μ, der Hülse allein 90—178 μ, des Fortsatzes 72—172 μ, Durchmesser der Öffnung 45—54 μ.

Der Körper ist langgestreckt, birnförmig, farblos. Der dünne Stiel, fast so lang, wie jener, haftet immer an der Basis des Fortsatzes an der Seitenwand desselben. Das Peristom ist nicht abgeschnürt; die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 24. Das Plasma ist fein granulirt. Die zwei rundlichen Kerne liegen in dem hinteren Körperdrittel. Die contractile Vacuole befindet sich in der Mitte des Körpers, natürlich in der Nähe der Körperwand.

Diese Art ist in Neapel eine der häufigsten; ich fischte sie im März massenhaft zusammen mit einigen Varietäten.

Digitized by Google

var. ***cylindrica.***
(Taf. 19 Fig. 24.)

Die Hülse ist langgestreckt, vorn cylindrisch, im hinteren Viertel hingegen leicht abgerundet und in einen spitzigen, ziemlich langen, geraden Fortsatz auslaufend. Die Öffnung ist glatt.

Länge des Wohnfaches 180 μ, des Fortsatzes 63 μ, Durchmesser der Öffnung 45 μ.

Im Bau weicht sie von der Grundform in so fern ab, als von den zwei ovalen Kernen der eine in der Nähe des Peristoms, der andere im hinteren Körperdrittel liegt. Ich fischte sie öfters Ende März mit der Grundform zusammen.

var. ***longicauda.***
(Taf. 19 Fig. 26.)

Die Hülse ist langgestreckt, cylindrisch, nach hinten kaum merklich verengert, in Wohnfach und Fortsatz gesondert; letzterer ist in der hinteren Hälfte gebogen. Die Öffnung ist ganzrandig und breiter als der Rest der Hülse.

Länge des Wohnfaches 180 μ, des Fortsatzes 162—180 μ, Öffnungsbreite 45 μ, kleinster Durchmesser des Wohnfaches 42 μ.

Von der Grundform unterscheidet sie sich nur durch die Hülse. Ich fischte sie mit der Grundform Ende März, aber nur in einigen Exemplaren.

Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass die von Imhof aus den venetianischen Lagunen als *Codonella radix* beschriebene Art (**1.** p. 103) entweder identisch ist mit *T. Davidoffii*, oder eine Varietät derselben bildet, kann es aber aus der sehr kurzen Beschreibung nicht feststellen.

Tintinnopsis Lobiancoi n. sp.
(Taf. 19 Fig. 27.)

Die langgestreckte Hülse ist überall gleich breit und hinten abgerundet. Die Öffnung ist ganzrandig.

Länge der Hülse 270 μ, Durchmesser 45 μ, Durchmesser der Öffnung 45 μ.

Der Körper ist langgestreckt, birnförmig, hellgelblich; der Stiel, welcher an der Mitte des abgerundeten Hinterendes der Hülse anhaftet, ist fast so lang wie der Körper. Das Peristom ist etwas abgeschnürt; 20 adorale Wimperplättchen. Von den zwei ovalen Kernen

Digitized by Google

liegt der eine im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel. Die contractile Vacuole befindet sich an der Basis des Stieles.

Ich fand das Thierchen Anfang April ziemlich häufig.

Diese Art erinnert sehr an *T. beroidea* Stein, besonders in der Hülsenform, die Größenverhältnisse weichen aber bedeutend davon ab.

Tintinnopsis nucula Fol.

(Taf. 19 Fig. 30, 31.)

Codonella nucula, Fol, 2. p. 60, Taf. 5 Fig. 13.

Die ovale, fast rundliche Hülse ist durch eine Einschnürung in Wohnfach und Aufsatz gesondert. Jenes ist an seinem mittleren Theil auffallend bauchig erweitert, dann aber allmählich verengt und am Hinterende immer abgerundet. Der Aufsatz ist an seinem Grund sehr eng, gegen die Öffnung hin trichterförmig erweitert, jedoch verhältnismäßig sehr kurz.

Länge des Wohnfaches 36 μ, des Aufsatzes 9 μ, größte Breite der Hülse 36 μ, Öffnungsdurchmesser 27 μ.

Der Körper ist birnförmig, plump, der kurze Stiel haftet in der Mitte des hinteren Hülsenendes an. Das Peristom ist nicht abgeschnürt, die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 22. Die Körpersubstanz ist fein granulirt. Von den zwei ovalen Kernen liegt einer in der Körpermitte, der rechten Körperseite etwas näher, der andere im hinteren Körperdrittel neben der linken Körperwand. Beide Kerne scheinen fein granulirt zu sein, in ihrer Mitte mit einem spindelförmigen Hohlraum. Die zwei rundlichen Nebenkerne liegen in der Nähe der Kerne. Die contractile Vacuole befindet sich dem vorderen Kern gegenüber (Fig. 30).

Obwohl die Exemplare von Villafranca in der Form der Hülse nach Fol's Abbildung nicht ganz mit den neapolitanischen übereinstimmen, so halte ich sie wegen der gleichen Größenverhältnisse doch für zusammengehörig.

Ich fand einige Exemplare von ihr Anfang April.

Tintinnopsis curvicauda n. sp.

(Taf. 19 Fig. 33.)

Die langgestreckte, cylindrische, dünnwandige Hülse ist vorn gleich breit, während sie im hinteren Viertel sich allmählich verjüngt, dann geht sie in einen verhältnismäßig kurzen, zweimal gebogenen Fortsatz über. Die Kiesel- und Kalkplättchen und Körnchen sind

Digitized by Google

auf der Oberfläche bald unregelmäßig und dicht zerstreut, bald, aber recht selten, ringförmig angeordnet und in diesem Falle ist ihre Zahl nur gering.

Länge der ganzen Hülse 378 μ, des Fortsatzes 63 μ, größte Breite der Hülse 54 μ, Durchmesser der Öffnung 54 μ.

Der Körper ist farblos, birnförmig, der Stiel, ungefähr drei Mal so lang wie jener, haftet an der Basis des Hülsenfortsatzes und besonders an der Seitenwand desselben. Das Peristom ist durch eine seichte Einschnürung von dem übrigen Körpertheil abgesondert und trägt 20 adorale Wimperplättchen. Das Plasma scheint ziemlich grobkörnig zu sein. Von den zwei ovalen Kernen liegt einer im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel. Nebenkerne konnte ich nicht wahrnehmen. Die contractile Vacuole befindet sich in dem vorderen Körperdrittel in derselben Richtung mit dem Kerne. Sie ist eine der größten Arten; ich fand einige Exemplare Mitte April.

Tintinnopsis Chyzeri n. sp.

(Taf. 20 Fig. 1.)

Die cylindrische Hülse ist in ihrem Vordertheil geradwandig, neigt sich dann auf einer Seite etwas schräg nach rechts, auf der anderen Seite hingegen ist sie stark gebogen, wodurch ihr Hinterende einen halbmondförmig gekrümmten Fortsatz bildet. Der Rand biegt sich nach außen und bildet eine verhältnismäßig breite, auf der Oberfläche mit Kiesel- und Kalkplättchen bedeckte Krempe. Der Fortsatz ist ziemlich breit, cylindrisch, stumpf abgerundet.

Länge der ganzen Hülse 72 μ, des Fortsatzes 36 μ, Durchmesser der Öffnung 20 μ, Breite der Krempe 8 μ.

Der Körper ist kurz, birnförmig, farblos, der kurze Stiel klebt an der Hülsenwandung, und besonders da, wo die Biegung anfängt. Am Grund des Peristoms ist eine schwache Einschnürung. Die Zahl der adoralen Wimperplättchen beträgt 20. Das Plasma scheint grobkörnig zu sein. Die zwei ovalen Kerne liegen in der Mitte des Körpers einander genähert. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in der Mittellinie des Hinterendes des Körpers.

Diese Art erinnert durch ihre Krempe auffallend an *Tintinnidium neapolitanum*, unterscheidet sich aber davon bedeutend durch die Structur der Hülse, welche hier steif, bei jenem hingegen, wie oben erwähnt, gallertartig ist.

Ich fischte sie Anfang April in einigen Exemplaren.

Digitized by Google

Tintinnopsis cyathus n. sp.
(Taf. 20 Fig. 2.)

Die cylindrische Hülse erinnert an ein breitmündiges Glas, ist am breitesten an der Öffnung, verengert sich von da nach hinten allmählich bis zu der Mitte, wird dann wieder breiter und ist am Hinterende stumpf abgerundet. Die Öffnung ist ziemlich weit, trichterförmig, ihr Rand bildet keine Krempe.

Länge der Hülse 135 μ, Öffnungsbreite 81 μ, kleinster Durchmesser der Hülse 45 μ.

Der Körper ist kurz, birnförmig, hellgelblich, am häufigsten graulich oder ganz farblos; der Stiel ist ziemlich kurz und haftet in der Mitte des hinteren Hülsenendes an. Das Peristom ist durch eine Einschnürung von dem übrigen Körper abgesondert und trägt 20 adorale Wimperplättchen. Das Plasma scheint fein granulirt zu sein. Von den zwei ovalen Kernen liegt der eine im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in dem vorderen Körperdrittel in demselben Niveau mit dem Kerne.

Ich traf sie im Auftrieb des Golfes von Neapel an, verhältnismäßig häufig Ende März.

var. *annulata.*
(Taf. 20 Fig. 3.)

Die Hülse ist glasförmig, von vorn nach hinten allmählich verengt und hinten schwach abgerundet. Die trichterförmige Öffnung ist einfach, bildet keine Krempe. Auf der Oberfläche sind acht bis zwölf gleich große Querringe, die bis zu dem hinteren Hülsendrittel sich erstrecken.

Länge der Hülse 135—140 μ, Öffnungsbreite 63 μ, größte Breite der Hülse 25—30 μ.

Im inneren Bau weicht sie nicht von der Grundform ab. Ich fand sie in Gesellschaft mit ihr Ende März, aber ziemlich selten und nur in einigen Exemplaren.

Tintinnopsis Bütschlii n. sp.
(Taf. 20 Fig. 4, 5.)

Die Hülse ist glöckchenförmig. Der Rand biegt sich bogenförmig nach außen und bildet eine bald kleinere, bald größere Krempe, auf deren beiden Seiten unregelmäßig geformte Kiesel- und Kalk-

Digitized by Google

plättchen und Körnchen angeklebt sind. Das Hinterende ist stets abgerundet. Auf der Oberfläche finden sich außer den Fremdkörperchen auch 6—8 Querringe, welche von vorn nach hinten stufenweise zunehmen, jedoch nur bis zu der Hülsenmitte vorkommen.

Länge der Hülse 135—140 μ, Durchmesser der Öffnung 54—60 μ, der Krempe 95—110 μ.

Der Körper ist kurz, birnförmig, der dünne Stiel, fast so lang wie jener, haftet in der Mitte des Hülsenendes an. Das Peristom ist durch eine kleine Einschnürung von dem übrigen Körper gesondert und trägt 20 adorale Wimperplättchen. Das Plasma ist farblos und ziemlich grobkörnig. Die zwei ovalen Kerne liegen fast in der Mittellinie des Körpers. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in der Nähe der Mitte des Körpers in demselben Niveau mit dem vorderen Kerne. Das ausgestreckte Thierchen ragt mit seinem vorderen Drittel aus der Hülse hervor und liegt immer auf der Krempe.

Diese Art erinnert sehr an *Tintinnopsis (Codonella) campanula* Ehrbg., besonders durch die Structur der Öffnung, weicht aber von ihr recht auffallend durch das hintere abgerundete, des Fortsatzes entbehrende Hülsenende ab. Sie ist in Neapel ziemlich häufig; von Ende März bis Mitte April fischte ich sie mehrmals.

Tintinnopsis cincta Cl. et L.

(Taf. 20 Fig. 6—8.)

Tintinnus cinctus, Claparède und Lachmann, p. 206, Taf. 8 Fig. 13.
— Kent, p. 608, Taf. 31 Fig. 10.

Die Hülse ist langgestreckt, cylindrisch, bald überall gleich breit, bald in ihrem vorderen Drittel breiter und nach hinten verjüngt; der Rand bildet stets eine nach außen gebogene Krempe, während das abgerundete Hinterende in einen Fortsatz ausgeht, der gerade oder gebogen ist. Die Krempe bildet einen Trichter. Auf der Oberfläche sind nicht selten acht bis zehn gleich breite Querringe, die aber nur bis zum hinteren Drittel reichen.

Länge der Hülse 144—153 μ, des Fortsatzes 18—22 μ, Durchmesser der Öffnung 45—50 μ, der Krempe 8—10 μ.

Der langgestreckt-birnförmige Körper ist farblos; der verhältnismäßig lange Stiel haftet seitwärts an der Basis des Hülsenfortsatzes. Das Peristom ist nicht abgeschnürt und trägt 20 adorale Wimperplättchen. Das Plasma ist feinkörnig; die zwei ovalen Kerne liegen

Digitized by Google

nahe an einander in dem hinteren Körperdrittel. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in dem vorderen Körperdrittel. Das ausgestreckte Thierchen überragt mit seinem vorderen Drittel die Hülse.

Bis jetzt war diese Art nur aus der Nordsee bekannt, wo CLAPARÈDE und LACHMANN sie bei Glesnäsholm fanden; ihre Abbildung stimmt am besten zu meiner Figur 6.

Ich fand sie Ende März und Anfang April und zwar ziemlich häufig.

Tintinnopsis campanula Ehrbg.

(Taf. 20 Fig. 9, 11, 13, 15.)

Tintinnus campanula, EHRENBERG, 2. p. 201. — CLAPARÈDE und LACHMANN, p. 207, Taf. 8 Fig. 9.

Coniocylis campanula, FOL, 1. p. 22, Taf. 1 Fig. 5.

Codonella campanula, FOL, 2. p. 58, Taf. 4 Fig. 5; Taf. 5 Fig. 11. — ENTZ, 2. p. 205, Taf. 14 Fig. 15.

Tintinnus campanula, KENT, p. 609, Taf. 31 Fig. 11.

Die Hülse ist glockenförmig, am Hinterende bald stärker, bald schwächer abgerundet und endet in einem Fortsatz. Der Rand bildet am häufigsten eine gerade nach außen gerichtete Krempe. Der Fortsatz ist am häufigsten gerade, aber auch säbelförmig oder S-förmig gekrümmt. Bei vielen Exemplaren fand ich auf der Oberfläche 6—8 gleich breite Querringe, die sich bis zur Hülsenmitte, aber auch etwas weiter nach hinten erstrecken.

Länge der Hülse 144—180 μ, des Fortsatzes 54—60 μ, Durchmesser der Öffnung 54 μ, der Krempe 90—150 μ, Breite der Krempe von der Hülsenöffnung bis zum Außenrand 48—70 μ.

Der Körper ist kurz birnförmig, farblos, der dünne Stiel, fast so lang wie jener, klebt immer seitwärts an der Wand der Basis des Fortsatzes. Das Peristom ist nicht abgeschnürt, sein freier Rand ist gelappt, mit 20 adoralen Wimperplättchen. Von den zwei ovalen Kernen liegt einer im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich mit dem vorderen Kerne in demselben Niveau. Das ausgestreckte Thierchen ragt fast mit seinem halben Körper aus der Hülse hervor und liegt auf der Krempe.

Sie ist eine der längst bekannten Arten. Zuerst diagnosticirte EHRENBERG sie kurz, dann beschrieben CLAPARÈDE und LACHMANN sie, zeichneten aber keine Querringe, während FOL derselben erwähnt,

Digitized by Google

Entz jedoch wieder nicht. Die zwei letzteren Forscher halten *Codonella campanella* Haeck. und *Tintinnus campanula* Cl. et L. für identisch, während Kent sie von einander trennt. Wie schon oben p. 551 erwähnt, halte ich *T.* = *C.* = *Tintinnopsis campanella* Haeck. und *T.* = *C.* = *Tintinnopsis campanula* Ehrbg. für selbständige Arten.

Sie ist in Neapel eine der häufigsten Arten; ich fand sie von Februar an immer fort, nicht selten auch in größerer Menge.

Tintinnopsis infundibulum n. sp.
(Taf. 20 Fig. 17, 18.)

Die Hülse ist langgestreckt, in ihrem Vordertheil auffallend erweitert, dann allmählich verengt, hinten schwach abgerundet und in einen kurzen, spitzen, geraden Fortsatz ausgezogen. Die Öffnung ist etwas enger, als der folgende Hülsentheil. Auf der Oberfläche kommen auch 6—8 Querringe vor, welche an der Erweiterung beginnend sich bis zum hinteren Drittel erstrecken und alle gleich breit sind.

Länge der ganzen Hülse 144—148 μ, des Fortsatzes 18 μ, Breite der Hülse 90—92 μ, größter Durchmesser 92—94 μ, kleinster Durchmesser 45—48 μ.

Der Körper ist gestreckt birnförmig, farblos. Der kurze Stiel haftet in der vorderen Hälfte des Fortsatzes an der Seite der Wandung. Das Peristom ist nicht abgeschnürt, am freien Rand mit 20 abgerundeten Läppchen besetzt; 20 adorale Wimperplättchen. Das Plasma ist spärlich und grobkörnig. Von den zwei ovalen Kernen liegt der eine im vorderen Drittel, der andere ungefähr in der Mitte des Körpers. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in dem vorderen Körperdrittel.

Ich fischte einige Exemplare Mitte April.

Tintinnopsis ventricosa Cl. et L.
(Taf. 20 Fig. 19, 20.)

Tintinnus ventricosus, Claparède und Lachmann, p. 208, Taf. 9 Fig. 4.

Codonella ventricosa, Fol, 2. p. 59, Taf. 5 Fig. 12. — Entz, 1. p. 413, Taf. 24 Fig. 24.

Tintinnus ventricosus, Kent, p. 609, Taf. 31 Fig. 31.

Die Hülse ist herzförmig und besteht aus einem Aufsatz und einem Wohnfache. Jener ist biegsam, ziemlich dünnwandig, manch-

Digitized by Google

mal ganz glatt, meist aber mit auf der Oberfläche angeklebten kleinen Fremdkörperchen. Wenn das Thierchen sich ausstreckt, so erweitert sich der Aufsatz röhrenförmig, was schon Fol beobachtete, fällt aber kegelförmig zusammen und schließt die Öffnung, sobald es sich in sein Wohnfach zurückzieht. Dieses ist steif und verhältnismäßig dickwandig, vorn am breitesten, nach hinten auffallend verjüngt und entweder stumpf oder etwas zugespitzt.

Ganze Länge der Hülse 36—40 μ, des Aufsatzes 9 μ, Breite der Öffnung 20—27 μ, größter Durchmesser der Hülse 27—36 μ.

Der Körper ist birnförmig, mit sehr kurzem Stiel, welcher in der Mitte des hinteren Hülsenendes klebt. Das Peristom ist nicht abgeschnürt, mit gelapptem freien Rande; Zahl der abgerundeten Läppchen und der adoralen Wimperplättchen 20. Das Plasma scheint dicht und feinkörnig zu sein. Die zwei Kerne sind oval und liegen nahe neben einander, beinahe in der Mitte des Körpers. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in der Nähe des Peristoms.

Claparède und Lachmann beobachteten diese Art an der norwegischen Küste, aber bloß die leeren Hülsen. Dessgleichen Entz im Golf von Neapel. Fol fischte bei Villafranca auch das Thierchen und sah die zwei Kerne.

Ich fand diese Art gegen Ende März und Anfang April mehrmals, aber immer nur in einigen Exemplaren.

Tintinnopsis Lindeni n. sp.

(Taf. 20 Fig. 23.)

Die cylindrische, langgestreckte Hülse besteht aus dem vorderen, cylindrischen, überall gleich breiten Aufsatze und dem mittleren, rundlichen oder etwas ovalen Wohnfache, welches nach hinten plötzlich sich verjüngend in den spitzigen, gebogenen Fortsatz übergeht.

Länge der ganzen Hülse 180 μ, des Aufsatzes 72 μ, des Wohnfaches 58 μ und des Fortsatzes 50 μ; Breite des Aufsatzes 45 μ, des Wohnfaches 48 μ.

Der Körper ist langgestreckt birnförmig, farblos, mit langem, dünnem, an der Seitenwand des Hülsenfortsatzes anhaftenden Stiele. Das Peristom ist nicht eingeschnürt, mit 20 adoralen Wimperplättchen. Das Plasma ist mäßig grobkörnig mit zwei ovalen Kernen, ohne Nebenkern und mit einer contractilen Vacuole. Von den Kernen liegt einer in der Nähe des Peristoms, der andere ihm gegen-

Digitized by Google

über im hinteren Drittel, die contractile Vacuole endlich im vorderen Drittel dem vorderen Kerne gegenüber.

Durch die Hülsenform erinnert diese Art auffallend an *Tintinnus annulatus* Cl. et L. und an *Codonella orthoceras* Haeck., unterscheidet sich aber wesentlich von beiden durch die Structur, besonders durch die einschichtige Wand, ferner durch das Fehlen der Querringe, endlich auch durch die Zahl der Kerne (*annulatus* und *orthoceras* haben 22, *Lindeni* nur 2).

Ich fischte sie Anfangs April in einigen Exemplaren.

Tintinnopsis angulata n. sp.
(Taf. 20 Fig. 22.)

Die cylindrische, langgestreckte Hülse ist vorn breit, im hinteren Drittel erhebt sie sich zu einer ringförmigen Rippe und geht, von da an sich plötzlich verjüngend, in einen geraden Fortsatz über. Die Öffnung ist einfach abgestutzt.

Länge der ganzen Hülse 144 μ, des vorderen Hülsentheiles 90 μ, Breite der Öffnung 54 μ, größte Breite der Hülse 63 μ.

Der Körper ist gestreckt birnförmig, der dünne, ziemlich lange Stiel haftet an der Seitenwand des Hülsenfortsatzes. Das Peristom ist durch eine seichte Einschnürung von dem Rest des Körpers geschieden und trägt 20 adorale Wimperplättchen. Das Plasma ist feinkörnig, hellgelblich, öfters aber farblos, mit zwei ovalen Kernen ohne Nebenkern und mit einer contractilen Vacuole. Von den Kernen liegt der eine im vorderen, der andere im hinteren Körperdrittel, die contractile Vacuole endlich in der Mitte der Basis des Stieles.

Diese Art fand ich Mitte April in einigen Exemplaren.

Tintinnopsis urnula Cl. et L.

Tintinnus urnula, Claparède und Lachmann, p. 208, Taf. 8 Fig. 14.
— Kent, p. 609, Taf. 31 Fig. 3.

Die Hülse ist gestreckt, cylindrisch, in ihrer ganzen Länge gleich breit und verlängert sich am Hinterende in einen kurzen, geraden Fortsatz. Auf dem Rande der Öffnung kommt eine schmale, etwas schräg nach innen gerichtete Zone und ungefähr in dem vorderen Drittel eine ringförmige Rippe vor.

Länge der Hülse 0,14 mm, Breite 0,10 mm.

Diese Art fanden Claparède und Lachmann bei Glesnäs, und zwar nicht bloß die leeren Hülsen, sondern auch das Thierchen, theilen

Digitized by Google

aber über letzteres fast nichts mit. Aus der beigefügten Figur geht hervor, dass der lange Stiel am Fortsatz haftet, der Peristomrand gelappt ist und die contractile Vacuole im hinteren Körpertheil liegt.

Tintinnopsis helix Cl. et L.

Tintinnus helix, Claparède und Lachmann, p. 206, Taf. 8 Fig. 8. — Kent, p. 608, Taf. 31 Fig. 24.

Die gestreckte, cylindrische, überall gleich breite Hülse ist im hinteren Drittel schneckenförmig gewunden und endet in einen kurzen oft geraden, meist aber etwas gebogenen Fortsatz. Die Öffnung ist ganzrandig. Auf der Oberfläche sind im vorderen Drittel auch Querringe sichtbar.

Länge der Hülse 0,15 mm.

Bis jetzt wurde sie nur von Claparède und Lachmann beobachtet, welche die Hülsen in der Nordsee bei Vallö fanden.

Tintinnopsis lacustris Entz.

Codonella lacustris, Entz, 2. p. 196, Taf. 13 Fig. 10—16.

Die Hülse ist im Allgemeinen oval, in Aufsatz und Wohnfach gesondert. Jener ist bald schärfer, bald weniger scharf abgesondert, stets aber mit 2—5 Querringen versehen. Das Wohnfach ist bald rundlich, bald mehr oder weniger gestreckt eiförmig, mit abgerundetem oder zugespitztem Ende. Die Öffnung ist sehr häufig mit einem Deckel versehen, welcher in der Mitte eine unregelmäßig geformte Öffnung hat, deren Rand sich nach außen neigt.

Länge der Hülse 42—66 μ, des Wohnfaches 29—42 μ, des Aufsatzes 8—30 μ, Breite des Wohnfaches 32—48 μ, Breite der Öffnung 30—45 μ.

Diese Art ist eine Süßwasserform und von Entz zuerst beschrieben. Sie stammt aus den Teichen von Mezözáh und dem Budapester Stadtwäldchen. Die Teichform hat immer ein abgerundetes Hülsenende (ein Exemplar auf der ganzen Oberfläche mit zelliger Sculptur), die Waldform dagegen ist etwas zugespitzt, weshalb wir mit Recht die beiden Formen für Varietäten erklären können. Entz beschreibt den Peristomrand der Budapester Exemplare als fein gelappt und fand einen Kern und eine contractile Vacuole in der Nähe des Peristoms.

Ich muss hier bemerken, dass auch Imhof (1. p. 103) eine *Co-*

Digitized by Google

donella lacustris aus dem Züricher, Vierwaldstätter, Langensee und dem Mittersheimer Weiher erwähnt, aus der kurzen Beschreibung aber kann ich nicht mit Sicherheit feststellen, ob sie hierher gehört oder eine selbständige Art ist.

Tintinnopsis acuminata Imhof.

Codonella acuminata, Imhof, 2. p. 103.

Die Hülse ist aus Aufsatz, Wohnfach und Fortsatz zusammengesetzt. Ersterer ist quergeringelt, letzterer cylindrisch, gerade.

Länge des Aufsatzes 20 μ, des Wohnfaches 40 μ, des Fortsatzes 40 μ, größte Breite des Wohnfaches 60 μ.

Diese Art fand Imhof im Lago di Como, aber bloß die Hülsen. Ich halte es für wahrscheinlich, dass die von Entz aus dem Budapester Stadtwäldchen-Teiche beschriebenen, mit zugespitzten Hülsen versehenen Exemplare von *T. lacustris* und die *T. acuminata* zu demselben Formenkreise gehören.

Tintinnopsis Mayeri n. sp.

(Taf. 19 Fig. 20, 21.)

Die Hülse ist cylindrisch, von vorn nach hinten allmählich breiter, in der Mitte bauchig erweitert, dann wieder verengt und hinten zugespitzt. Die Öffnung ist einfach, manchmal, aber sehr selten, biegt sich der Rand kaum merklich nach außen und bildet eine kleine Krempe.

Länge der Hülse 117—125 μ, Breite der Öffnung 63—66 μ, größte Breite der Hülse 72—78 μ.

Der Körper ist birnförmig, hellgelblich, der kurze Stiel haftet am Hülsenfortsatz. Das Peristom ist nicht abgeschnürt und trägt 20 adorale Wimperplättchen. Das Plasma ist feinkörnig. Die 12 kleinen, rundlichen Kerne liegen zerstreut in der Körpermitte (Fig. 21). Nebenkerne fand ich keine. Von den beiden contractilen Vacuolen befindet sich die eine im vorderen Körperdrittel, die andere in der Mittellinie der Basis des Stieles.

Diese Art trägt in der Hülsenstructur, wie auch in der Zahl der adoralen Wimperplättchen den Charakter der Gattung *Tintinnopsis*, bildet dagegen durch die Zahl der Kerne eine Übergangsform zu *Codonella*.

Ich fischte diese Art Ende März in einigen Exemplaren.

Digitized by Google

5. Gattung. *Undella* n. gen.

Wandung der Hülse steif, chitinartig, durchsichtig, zweischichtig, zwischen den beiden Schichten ein Hohlraum; Oberfläche ohne Fremdkörperchen, selten mit Sculpturen; Hinterende geschlossen. Körper bald langgestreckt birn- oder glockenförmig, bald kurz und schlauchförmig. Körperstiel entweder einfach, deutlich abgesondert an dem Hinterende der Hülse befestigt, oder durch einige Fortsätze repräsentirt. Zahl der adoralen Wimperplättchen 20. Körperoberfläche bloß mit den vier Wimperspiralen. 2 Kerne, 1—2 contractile Vacuolen. Ausschließlich marine Formen.

Bestimmungstabelle der bekannten Arten.

A. Hülse ohne Fortsatz. Oberfläche glatt.
  a) Hülse am Hinterende abgerundet.
    * Hülse kurz, am Hinterende bauchig erweitert.
      1. Hülse flaschenförmig *Dohrnii* n. sp. (s. unten p. 566).
      2. Hülse rundlich oder oval *Claparèdei* Entz (s. unten p. 566).
    ** Hülse langgestreckt, eprouvettenähnlich *hyalina* n. sp. (s. unten).
  b) Hülse am Hinterende zugespitzt *Lachmanni* n. sp. (s. unten p. 568).

B. Hülse mit Fortsatz, Oberfläche verziert.
  a) Oberfläche mit spiralig verlaufenden Streifen und mit kleinen Pünktchen geziert: Öffnung mit Krempe *spiralis* Fol (s. unten p. 565).
  b) Oberfläche mit spiralig verlaufenden Streifen, Öffnung ohne Krempe *anadyomene* Entz (s. unten p. 568).

Undella hyalina n. sp.
(Taf. 18 Fig. 17.)

Hülse farblos, eprouvettenähnlich, hinten abgerundet oder etwas zugespitzt; Oberfläche ganz glatt; Öffnung ganzrandig.

Größte Länge der Hülse 225—243 μ, größte Breite 63 μ, Durchmesser der Öffnung 63 μ.

Der Körper ist gelblich-braun, langgestreckt, vorn cylindrisch, hinten abgeflacht, am hinteren Körperende sind statt des für die übrigen Tintinnodeen charakteristischen Stieles drei kurze, farblose

Digitized by Google

Fortsätze entwickelt, welche an der Seitenwand des Hülsenendes befestigt sind. Das gerade abgestutzte Peristom zerfällt am Rande in 20 Läppchen. Das Plasma ist auffallend granulirt, zwischen den Körnchen mit fettglänzenden runden Körperchen, außerdem aber, besonders im hinteren, abgeflachten Körpertheil mit zahlreichen, dicht neben einander liegenden stark lichtbrechenden Körperchen. Die ovalen Kerne liegen vorn; ihnen ganz nahe sah ich je einen rundlichen Nebenkern. Von den zwei contractilen Vacuolen befindet sich die eine im vorderen Drittel, die andere in der Mitte.

Diese interessante Art fand ich zuerst am 4. Februar, hatte aber auch später mehrmals Gelegenheit, sie zu beobachten; immerhin ist sie nicht gar häufig.

Sie erinnert sehr an *Tintinnus Ehrenbergii* Cl. et L., und ich war Anfangs dazu geneigt, die beiden für identisch zu halten; die Abweichungen der Hülsenstructur indessen führten mich zu einer anderen Ansicht. Claparède und Lachmann sagen nämlich von der Hülse des *T. Ehrenbergii* Cl. et L., die Oberfläche sei mit sechseckigen Feldchen geschmückt, während sie bei *U. hyalina* ja ganz structurlos und glatt ist. Im Einklang mit Fol (**2.** p. 57) stelle ich übrigens *T. Ehrenbergii* und *denticulatus* zu *Cyttarocylis.*

Undella spiralis Fol.

(Taf. 18 Fig. 8.)

Tintinnus spiralis, Fol, **1.** p. 21, Taf. 1 Fig. 4; **2.** p. 53, Taf. 4 Fig. 4.

Petalotricha spiralis, Kent, p. 629, Fig. 3.

Die langgestreckte Hülse ist cylindrisch, ungefähr bis zur Mitte gleich breit, dann plötzlich verengt und endigt mit einem spitzigen Fortsatz. Der Rand der Öffnung biegt sich nach außen und bildet eine Krempe, die breiter ist, als der größte Durchmesser der Hülse. Die zwei Schichten der Hülsenwandung sind nur durch den Fortsatz mit einander verbunden, scheinen sonst aber von einander getrennt zu sein. An der Oberfläche der äußeren Schicht laufen in gleichen Entfernungen von einander von links nach rechts Streifen, und zwischen diesen wieder in gleicher Entfernung liegen kleine Pünktchen, während die innere Schicht ganz homogen zu sein scheint.

Länge der Hülse 117—441 μ, größte Breite 26—66 μ, Durchmesser der Öffnung 30—72 μ.

Der Körper ist farblos, langgestreckt, cylindrisch, mit verhält-

Digitized by Google

nismäßig langem Stiel, welcher an der Seitenwand des verengerten Hülsentheiles haftet. Das Peristom ist gerade abgestutzt, ganzrandig. Das Plasma ist verhältnismäßig grobkörnig. Von den zwei ovalen Kernen liegt der eine in der Nähe des Peristoms, der andere in der Mitte des Körpers. Nebenkerne fand ich keine. Von den zwei contractilen Vacuolen befindet sich eine im vorderen Körperdrittel dem oberen Kern gegenüber, die andere am Hinterende.

Diese Art beschrieb zuerst FOL aus Villafranca. Ich fischte sie von Ende März bis Mitte April mehrmals.

Undella Dohrnii n. sp.

(Taf. 18 Fig. 22.)

Die Hülse ist farblos, structurlos, vorn halsartig verengt, nach hinten bauchig erweitert und am Hinterende abgerundet, flaschenförmig. Ihr vorderes Drittel bildet eine ziemlich enge Röhre. Die Öffnung ist ganz rund und glattrandig. Die zwei Schichten scheinen an der Öffnung mit einander verschmolzen zu sein.

Länge der Hülse 63 μ, größte Breite 36 μ, Durchmesser der Öffnung 14 μ.

Der Körper ist farblos, birnförmig. Der Stiel ist nicht länger als $^1/_3$ des Körpers und haftet in der Mitte des hinteren Hülsenendes. Das Peristom ist gerade abgestutzt, ganzrandig. Das Plasma ist feinkörnig. Die ovalen Kerne liegen nicht sehr weit von einander in der Mitte des Körpers und sind feinkörnig. Neben dem oberen Kerne fand ich einen rundlichen Nebenkern. Von den zwei contractilen Vacuolen liegt eine dem oberen Kerne gegenüber, die andere hingegen in der Mitte der Basis des Körperstieles.

Diese Art erinnert an die von CLAPARÈDE und LACHMANN auf Taf. 9 Fig. 5*b* und von KENT auf Taf. 31 Fig. 33 abgebildete Form, unterscheidet sich aber von ihr besonders dadurch, dass bei jener die Hülse hinten zugespitzt, keilförmig, bei dieser hingegen stumpf abgerundet ist.

Sie ist in Neapel eine der seltensten Arten; ich fand sie vom 13.—18. März und nur in wenigen Exemplaren.

Undella Claparèdei Entz.

(Taf. 19 Fig. 1.)

Tintinnus sp.?, CLAPARÈDE und LACHMANN, p. 210, Taf. 9 Fig. 5*a*.
— KENT, Taf. 31 Fig. 30.
Tintinnus Claparèdii, ENTZ, 2. p. 202, Taf. 14 Fig. 10, 11.

Digitized by Google

Die Hülse ist farblos, oval, meist aber rundlich, hinten abgerundet. Die Öffnung ist rund, glattrandig, die Wand in ihrer Nähe sehr häufig eingeschnürt, in welchem Falle man Aufsatz und Wohnfach unterscheiden kann; der Vordertheil der Hülse ist aber alsdann enger, als der Rest derselben.

Die zwei Hülsenschichten berühren sich nur am Öffnungsrand, wo sie in einander übergehen. Am weitesten stehen sie in der Nähe der Öffnung aus einander, am nächsten dagegen sind sie sich hinten. Die innere Schicht bildet selbst dann, wenn der Aufsatz nicht scharf abgesondert ist, in der Nähe der Öffnung einen etwas schräg nach außen sich erweiternden, trichterförmigen Hals. Beide Schichten sind sonst überall gleich dick.

Länge der Hülse 72 μ, größte Breite 63 μ, Durchmesser der Öffnung 45 μ, Länge des inneren Halses 9 μ.

Der Körper ist gelblich, schlauchförmig in vier Fortsätze aus farblosem Plasma verlängert, welche an der Seitenwand des hinteren Hülsenendes befestigt sind. Auf der Oberfläche konnte ich außer den vier Wimperspiralen noch vier helle Streifen unterscheiden, welche an den Fortsätzen beginnend parallel mit der Längsachse bis zum vorderen Drittel sich erstrecken. Sie sind körnerlos, durchsichtig, hell, bestehen wahrscheinlich aus contractilem Plasma und bewirken durch ihre Zusammenziehung das Einziehen des Thierchens in die Hülse. Der Peristomrand ist gerade abgestutzt und zerfällt in 20 abgerundete Läppchen. Das Plasma ist ziemlich feinkörnig und in dem hinteren Körperende sind stark lichtbrechende, rundliche Körperchen zerstreut, ähnlich wie sie bei *Undella hyalina* vorkommen. Von den zwei nierenförmigen Kernen liegt einer in der Nähe des Peristoms fast quer zur Längsachse, der andere in der Mitte parallel mit jener. Nebenkerne fand ich vier rundliche; zwei liegen neben einander in der Mitte, die beiden anderen neben den beiden Kernen. Die contractile Vacuole befindet sich in der Mitte.

Diese Art fanden Claparède und Lachmann unter den vom Capitain Hygon aus dem Atlantischen Ocean gesammelten Thalassicolleen, verliehen ihr aber keinen Artnamen; eben so wenig Kent. Entz giebt nach den leeren Hülsen, die er im Mageninhalt von Salpen aus dem Golf von Neapel fand, eine eingehendere Beschreibung und zugleich obigen Namen. Die Hülsen stimmen ganz mit den von mir gefundenen überein und weichen nur ein wenig in der Größe ab. Entz hat folgende Zahlen: Länge 80—90 μ, Breite 65—70 μ, Durchmesser der Öffnung 47—50 μ.

Digitized by Google

Ich fand diese Art zuerst Anfang Februar, von da an sah ich sie öfters, aber immer nur einzeln.

***Undella Lachmanni* n. sp.**

Tintinnus sp., CLAPARÈDE und LACHMANN, p. 210, Taf. 9 Fig 5 *b*.
— KENT, Taf. 31 Fig. 23.

Die Hülse ist structurlos, cylindrisch, vorn verengert, mit rundlicher Öffnung; in der Mitte bauchig, im hinteren Drittel keilförmig zugespitzt. Die zwei Schichten stoßen bloß am Rand der Hülsenöffnung zusammen und stehen sonst gleich weit aus einander.

Diese Art kenne ich bloß nach der Abbildung CLAPARÈDE und LACHMANN's von den Hülsen, die sie unter den von Capitain HYGON aus dem Atlantischen Ocean gesammelten Thalassicolleen fanden; indessen zweifle ich nicht daran, dass es echte Tintinnodeen sind, namentlich wegen der großen Ähnlichkeit, welche zwischen den Hülsen von *U. Lachmanni* und *Dohrnii* besteht.

***Undella anadyomene* Entz.**

Tintinnus Anadyomene, ENTZ, **1.** p. 409, Taf. 24 Fig. 19.

Die Hülse ist langgestreckt, in dem hinteren Drittel verengt und in einen langen Fortsatz endigend. Auf der Oberfläche sind mit einander parallel und spiralig verlaufende Streifen sichtbar. Die Öffnung ist am häufigsten ganzrandig, manchmal aber auch fein gelappt.

Länge der Hülse 25—30 μ, Breite 5—6 μ.

Diese Art beschreibt zuerst ENTZ aus dem Golfe von Neapel. Obschon er die Zweischichtigkeit der Hülse nicht erwähnt, geht sie doch unverkennbar aus der Abbildung hervor. Er sagt indessen, sie bestehe aus spiralig verlaufenden Bändern, welche bei leichtem Drucke zerfallen. Nach seiner Beschreibung und Zeichnung ist der Fortsatz gabelförmig verzweigt.

6. Gattung. *Codonella* Haeckel.

Codonella, HAECKEL, p. 564. — KENT, p. 615. — ENTZ, **1.** p. 405.

Wandung der Hülse steif, chitinartig, zweischichtig, zwischen den Schichten mit einem Hohlraum, auf der Oberfläche mit Kiesel- und Kalkplättchen, hinten geschlossen. Körper gestreckt birn- oder glockenförmig mit in der Mitte des Hülsenendes befestigtem Stiele.

Digitized by Google

18 adorale Wimperplättchen. Oberfläche nur mit den vier Wimperspiralen. 8—22 Kerne, eine contractile Vacuole. Ausschließlich marin.

Den ersten Repräsentanten dieser Gattung beschreiben CLAPARÈDE und LACHMANN als *Tintinnus lagenula.* Den Namen *Codonella* führt zuerst HAECKEL ein, und legt neben der Hülsenstruktur besonderes Gewicht darauf, dass er auf dem Peristomrand kleine Läppchen, auf der Körperoberfläche hingegen feine Wimpern beobachtete. Dieselben Principien hält auch KENT fest, während ENTZ nur die äußere Hülsenstruetur als Gattungscharakter annimmt. FOL's *Codonella* ist identisch mit *Tintinnopsis.*

Bestimmungstabelle der bekannten Arten.

A. Hülse rundlich ohne Aufsatz; an der Basis der Öffnung halsartig verengt *Bornandi* n. sp. (s. unten).

B. Hülse in Aufsatz und Wohnfach gesondert; Aufsatz trichterförmig erweitert, Wohnfach meist oval, hinten abgerundet *lagenula* Cl. et L. (s. unten p. 570).

C. Hülse in Aufsatz, Wohnfach und Fortsatz gesondert; Aufsatz meist schwach trichterförmig, quergeringelt, Wohnfach rundlich *annulata* Cl. et L. (s. unten p. 571).

Codonella Bornandi n. sp.

(Taf. 19 Fig. 22.)

Die Hülse ist rundlich, am Grunde der Öffnung halsartig verengt, hinten abgerundet. Die Öffnung ist kreisförmig, ganzrandig, ihr Rand, schwach nach außen gebogen, bildet eine Krempe. Die zwei Schichten stehen in gleicher Entfernung aus einander und verschmelzen bloß an der halsartigen Verengung.

Länge der Hülse 99 μ, des Halses 15 μ, Breite der Öffnung 63 μ, größte Breite der Hülse 90 μ, Breite des Halses an der Basis 45 μ.

Der Körper ist kurz birnförmig, farblos oder graulich, mit verhältnismäßig langem, dünnem, an der Mitte des hinteren, abgerundeten Hülsenendes anhaftendem Stiel. Das Peristom ist von dem übrigen Körper nicht abgeschnürt. Das Plasma ist feinkörnig, mit acht zerstreut liegenden, ovalen Kernen. Die contractile Vacuole liegt in der Körpermitte nahe an der Wandung.

Ich fischte sie Ende März, aber nur in einigen Exemplaren.

Digitized by Google

Codonella lagenula Cl. et L.
(Taf. 20 Fig. 10, 12, 14, 16, 31.)

Tintinnus lagenula, Claparède und Lachmann, p. 204, Taf. 8 Fig. 10—11.
Codonella galea, Haeckel, p. 567, Taf. 28 Fig. 8, 9.
- *lagenula*, Entz, 1. p. 413, Taf. 24 Fig. 11, 15, 16; 2. p. 203, Taf. 14 Fig. 14.
- *galea*, Fol, 2. p. 61, Taf. 5 Fig. 14. — Kent, p. 616, Taf. 31 Fig. 32, 33.

Tintinnus lagenula, Kent, p. 608, Taf. 31 Fig. 21, 22.

Die Hülse ist am häufigsten eiförmig, selten rundlich, immer aber durch eine scharfe Einschnürung in Aufsatz und Wohnfach gesondert. Jener bildet meistens einen 18 μ langen Trichter (Fig. 12, 14), seltener einen 9 μ breiten, geraden Kragen (Fig. 10). Das Wohnfach ist am breitesten in der Nähe des Aufsatzes, dann verengert es sich und ist hinten abgerundet (Fig. 12, 14, 16); oder aber es ist am engsten in der Nähe des Aufsatzes und erweitert sich von da zusehends bis zur Mitte (Fig. 10), um auch in diesem Falle hinten ziemlich abgerundet zu sein. Die Oberfläche des Aufsatzes ist ganz kahl und glatt, oder mit wenigen Kiesel- und Kalkplättchen bedeckt, wie Entz erwähnt hat, oder endlich stehen die Kiesel- und Kalkplättchen sehr dicht. Nicht selten kommen auf der Oberfläche des Aufsatzes auch polyedrische, zellenähnliche Feldchen vor, wie Haeckel und Entz beobachteten. Auf der Oberfläche des Wohnfaches sind sehr häufig massenhaft Kiesel- und Kalkplättchen angeheftet, außerdem kommen sehr oft auch polyedrische, zellenähnliche Gebilde vor (Claparède und Lachmann, Haeckel, Entz), sind aber nur in dem vorderen Drittel des Wohnfaches scharf ausgebildet und werden weiter hinten von den Kiesel- und Kalkplättchen ersetzt. An der Basis des Aufsatzes sah ich mehrmals den Schließapparat, welcher nach Entz aus 12 spitzig dreieckigen Plättchen besteht. Diese heben sich, wenn das Thierchen aus der Hülse schlüpft, senken sich wieder, wenn es sich zurückzieht, und schließen so die Mündung des Wohnfaches. Nach Fol besteht der Schließapparat aus einer zusammenhängenden Membran. Ich selbst habe mich davon überzeugt, dass er in der That aus 10—12 Plättchen besteht, die aber durch eine Membran verbunden sind (Fig. 16).

Länge der Hülse 90—95 μ, des Aufsatzes 9—18 μ, des Wohn-

Digitized by Google

faches 63—81 μ, Durchmesser der Öffnung 45—63 μ, der Basis des Aufsatzes 40—45 μ, größte Breite des Wohnfaches 52—66 μ.

Der Körper ist birnförmig, gelblich und verlängert sich in einen kurzen, verhältnismäßig dicken Stiel, welcher in der Mitte des hinteren Hülsenendes anklebt. Das Peristom ist nicht abgesondert, sein freier Rand zerfällt in 18 Läppchen. Das Plasma ist ziemlich grobkörnig. Die acht ziemlich kleinen ovalen Kerne liegen zerstreut in der Nähe der Wand. Nebenkerne fehlen bald ganz, bald sind deren 2—4 vorhanden. Sie bilden kleine rundliche Körperchen, die neben dem einen oder anderen Kerne, oder auch zerstreut liegen. Die contractile Vacuole befindet sich immer im vorderen Körperdrittel.

Sie ist eine der am längsten und von vielen Fundorten her bekannten Arten. Claparède und Lachmann fischten sie an der norwegischen Küste bei Bergenfjord und Sartorö. Haeckel beschreibt sie als *Codonella galea* von Messina und Lanzarote und Fol unter demselben Namen von Villafranca. Entz sagt (2. p. 264) ausdrücklich, *C. galea* und *lagenula* seien identisch. Haeckel und Entz beobachteten bloß einen Kern, welcher nach Ersterem wurstförmig, nach Letzterem aber rundlich ist.

Sie ist die gemeinste Form von Neapel; ich fand sie immer massenhaft.

Codonella annulata Cl. et L.

(Taf. 20 Fig. 21.)

Tintinnus annulatus, Claparède und Lachmann, p. 207, Taf. 9 Fig. 2.
Codonella orthoceras, Haeckel, p. 567, Taf. 28 Fig. 10. — Kent, p. 616, Taf. 31 Fig. 33.
Tintinnus annulatus, Kent, p. 609, Taf. 31 Fig. 25.
Codonella orthoceras, Daday, p. 494, Taf. 25 Fig. 12.

Die Hülse zerfällt in Aufsatz, Wohnfach und Fortsatz. Jener bildet eine von vorn nach hinten kaum merklich verengte trichterförmige Röhre, deren Oberfläche mit ziemlich dicht stehenden Querringen geschmückt ist; Kiesel- und Kalkplättchen fehlen, nur manchmal sind kleine Klümpchen in der Grenzlinie der Querringe angeklebt. Das Wohnfach ist rund, vorn durch eine seichte Einschnürung von dem Aufsatz gesondert; auf der Oberfläche sind die Kiesel- und Kalkplättchen sehr dicht zerstreut. Der Fortsatz ist kurz, gerade und ziemlich dick.

Digitized by Google

Länge der Hülse 202 μ, des Fortsatzes 45 μ, des Wohnfaches 72 μ, des Aufsatzes 85 μ, Breite des Wohnfaches 63 μ, der Öffnung 54 μ, Durchmesser der Basis des Aufsatzes 50 μ.

Der Körper ist langgestreckt, birnförmig, farblos, nur selten hellgelblich, mit verhältnismäßig kurzem, in der Mitte der Basis des Fortsatzes haftendem Stiel. Das Peristom ist an der Basis nicht eingeschnürt, am freien Rand mit 18 kleinen, abgerundeten Läppchen geziert. Das Plasma ist trüb granulirt, mit 22 verhältnismäßig sehr kleinen, ovalen und unregelmäßig zerstreuten Kernen. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in dem vorderen Körperdrittel.

Diese Art wurde zuerst von LACHMANN bei Vallö gefunden; später beschreibt sie HAECKEL von Lanzarote näher. Die leeren Hülsen fischte ich schon im December 1885; massenhafter fand ich sie gegen Mitte März 1886, und hatte dann auch Gelegenheit dazu, das lebende Thierchen zu beobachten.

Nach der Abbildung CLAPARÈDE-LACHMANN's könnte man ihre Exemplare für eine besondere Art halten, mit Rücksicht aber auf die Diagnose: »*Tintinnus* à fourreau encroûté, cylindrique, présentant dans sa partie postérieure plusieurs renflements circulaires et dépourvu de stries transversales dans sa partie antérieure« (p. 207), welche nicht ganz zur eigenen, dagegen völlig zur HAECKEL'schen und meiner Abbildung passt, ist die Identität der Art unzweifelhaft.

7. Gattung. *Petalotricha* Kent.

Petalotricha, KENT, p. 627.

Wandung der Hülse steif, chitinartig, zweischichtig, zwischen den Schichten mit feinkörniger Substanz, Oberfläche glatt oder mit kleinen, farblosen, lichtbrechenden Körperchen geschmückt; hinten immer abgerundet, geschlossen. Körper birnförmig mit dickem, an der Mitte des abgerundeten hinteren Hülsenendes haftendem Stiel. 18 adorale Wimperplättchen, auffallend breit; anstatt der paroralen Wimpern 18 an ihrem freien Rand fein gezähnelte Wimperplättchen. Auf der Oberfläche bloß die 4 Wimperspiralen. Nur ein Kern. Einzige Art marin.

Die erste und bis jetzt einzige Art beschreibt FOL als *Tintinnus ampulla*. KENT stellte dann die Gattung *Petalotricha* auf und zählte zu ihr außer *ampulla* auch *T. spiralis* Fol. der aber, wie oben gezeigt, zu *Undella* gehört.

Digitized by Google

Petalotricha ampulla Fol.
(Taf. 21 Fig. 7, 11, 12, 14, 17, 18.)

Tintinnus ampulla, Fol, **1.** p. 20. Taf. 1 Fig. 1—3; **2.** p. 53, Taf. 4 Fig. 1—3; Taf. 5 Fig. 7.
Petalotricha ampulla, Kent, p. 627, Fig. 1, 2.
Codonella ampulla, Entz, **1.** p. 414, Taf. 24 Fig. 10.

Die farblose, durchsichtige Hülse ist mehr oder minder oval und in Aufsatz und Wohnfach gesondert. Jener bildet am häufigsten ein 18 μ langes Querband, dessen Vorderrand etwas breiter ist, als der Hinterrand und dadurch kaum merklich trichterförmig wird. Sein Vorderrand ist schwach gezackt (Fig. 19) und steht im Zusammenhang mit einer kragenartig nach außen gewendeten Krempe, deren freier Rand ebenfalls fein gezähnelt ist. Die Oberfläche von Aufsatz und Krempe ist ganz glatt. Das Wohnfach ist selten rundlich (Fig. 14), meist eiförmig, nach hinten allmählich verjüngt und selten in der Mitte mit einer kleinen Vertiefung versehen, in Folge dessen es zweispitzig zu sein scheint (Fig. 7, 19).

Ganze Länge der Hülse 116—136 μ, des Aufsatzes 18—36 μ, des Wohnfaches 98—118 μ; Breite der Öffnung 135 μ; größte Breite des Wohnfaches 112—130 μ, Durchmesser der Basis des Aufsatzes 99—108 μ.

Der Körper ist glockenförmig, meist farblos, manchmal hellgelblich, mit verhältnismäßig kurzem, ziemlich dickem und immer an der Mitte des hinteren, abgerundeten Hülsenendes haftendem Stiel. Das Peristom ist gerade abgestutzt, vom übrigen Körper durch keine Einschnürung abgehoben, mit schwach gelapptem freiem Rand. 18 Randläppchen. Die adoralen Wimperplättchen bilden einen abgestutzten Kegel mit schräg abgeschnittenem, fein gezähntem Rand (Fig. 7, 17). Die 18 paroralen Wimperplättchen, an der Mitte des Peristomfeldes beginnend, bilden bis zum Peristomrand radial verlaufende feine, am freien Rand feingezähnte Plättchen (Fig. 7, 12, 17). Die Zahl der kleinen Zähnchen beträgt 24. (Diese Verhältnisse und besonders die Form der adoralen Wimperplättchen leiteten Kent bei der Aufstellung von *Petalotricha*.) Die vier Wimperspiralen bestehen aus sehr feinen Wimpern. Auf der vorderen Körperhälfte befindet sich ein schlundtaschenähnliches Gebilde, welches mittels eines feinen Plasmafortsatzes an der Hülsenwand befestigt ist (Fig. 7). Schon Fol hielt es für eine echte Schlundtasche. Das Plasma ist ziemlich grobkörnig. Der große ovale Kern liegt in der Mitte, der

Digitized by Google

Schlundtasche gegenüber. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich dem Kerne gegenüber.

Diese interessante Art fand Fol bei Villafranca; die Wandung der Hülse sei zweischichtig und außen ganz glatt. Am Peristomfeld erwähnt er an der Stelle der paroralen Wimperplättchen 22—24 feiner, in radiale Reihen geordneter Wimpern. Entz fand die leeren Hülsen im Auftrieb des Golfes von Neapel und macht darauf aufmerksam, dass die Oberfläche mit kleinen lichtbrechenden Körperchen geziert ist, erwähnt aber der Zweischichtigkeit nicht. Ich selbst fand das Thierchen zuerst am 2. Februar und beobachtete es von da ab beständig, aber immer nur in einigen Exemplaren.

8. Gattung. *Cyttarocylis* Fol.

Dictyocysta, Haeckel, p. 562.
Cyttarocylis, Fol, **1.** p. 22.

Wandung der Hülse steif, chitinartig, zweischichtig, zwischen den Schichten mit Querplättchen, Oberfläche glatt. Aufsatz der Hülse, falls vorhanden, immer ohne Maschenlöcher; Hinterende der Hülse bald abgerundet, bald in einen Fortsatz verlängert. Körper birn- oder glöckchenförmig, mit einem Stiele. 16—20 adorale Wimperplättchen. Oberfläche nur mit den 4 Wimperspiralen. 2—16 Kerne, 1 contractile Vacuole. Ausschließlich marin.

Den ersten Repräsentanten dieser Gattung reihte Haeckel mit dem Artennamen *cassis* bei *Dictyocysta* ein und behauptete, die Hülse bestehe aus Kiesel und sei durchlöchert. In demselben Sinne äußert sich auch Kent, während Fol mit Rücksicht auf die oben erwähnte Hülsenstructur die Gattung *Cyttarocylis* aufstellt. Der Auffassung Fol's folgt auch Entz.

Bestimmungstabelle der bekannten Arten.

A. Hülse einfach, ohne Aufsatz und Fortsatz; Oberfläche mit mehreren Querringen *annulata* n. sp. (s. unten p. 582).
B. Hülse mit Fortsatz.
  a. Öffnung ganzrandig.
    * Oberfläche glatt.
      1. Fortsatz einfach.
        α. Fortsatz lang; Querplättchen zwischen den Hülsenschichten unregelmäßige polyedrische Feldchen umschließend *Markusovszkyi* n. sp. (s. unten p. 581).

Digitized by Google

β. Fortsatz kurz; Querplättchen zwischen den Hülsenschichten regelmäßige sechseckige Feldchen umschließend *Ehrenbergii* Cl. et L. (s. unten p. 583).

2. Fortsatz in zwei Hälften gesondert, in der Mitte mit zwei spitzigen Zipfelchen *Treforti* n. sp. (s. unten p. 579).

** Oberfläche im vorderen Viertel mit 4—6 Querringen *Claparèdei* n. sp. (s. unten p. 582).

b. Öffnung fein gezähnelt *denticulata* Cl. et L. (s. unten p. 583).

C. Hülse in Aufsatz und Wohnfach gesondert.

a. Aufsatz sehr kurz.

* Aufsatz structurlos.

1. Aufsatz gerade; Öffnungsrand einfach *millepora* Entz (s. unten p. 584).

2. Aufsatz schwach trichterförmig; Öffnungsrand nach außen gewendet *laticollis* n. sp. (s. unten p. 576).

** Aufsatz mit zelliger Structur.

1. Hinterende der Hülse abgerundet, Aufsatz gerade *brevicollis* n. sp. (s. unten).

2. Hinterende der Hülse zugespitzt, Aufsatz convex *cassis* Haeck. (s. unten p. 580).

b. Aufsatz lang, trichterförmig.

* Öffnungsrand einfach *polymorpha* Entz (s. unten p. 577).

** Öffnungsrand mit schiefgestellter hervorstehender Krempe und kraterähnlicher Zone *cistellula* Fol (s. unten p. 578).

D. Hülse in Aufsatz, Wohnfach und Fortsatz gesondert; Aufsatz mit einer von vorn nach hinten sich erweiternden, stumpfgerundeten Rippe *acuminata* n. sp. (s. unten p. 578).

Cyttarocylis brevicollis n. sp.

(Taf. 20 Fig. 24.)

Die Hülse ist rundlich, in Aufsatz und Wohnfach gesondert. Jener ist sehr kurz, trichterförmig, dieses rundlich, vorn und hinten gleich breit.

Ganze Länge der Hülse 90 μ, des Aufsatzes 9 μ, größte Breite des Wohnfaches 81 μ, der Hülsenöffnung 72 μ, Durchmesser der Basis des Aufsatzes 63 μ.

Der Körper ist farblos, birnförmig, mit kurzem, in der Mitte des hinteren Hülsenendes befestigtem Stiel. Das Peristom ist von dem

Digitized by Google

übrigen Körper nicht abgesondert, mit gelapptem Rand. 18 adorale Wimperplättchen. Das ziemlich grobkörnige Plasma enthält 8 kleine, ovale, zerstreut paarweise liegende Kerne, keinen Nebenkern und eine contractile Vacuole im vorderen Drittel des Körpers.

Diese Art ist der *polymorpha* Entz, besonders aber der *laticollis* sehr ähnlich, unterscheidet sich aber von beiden durch ihre Hülsenstructur, durch das Verhältnis zwischen Wohnfach und Aufsatz, durch die Zahl der adoralen Wimperplättchen und der Kerne.

Ich fand das Thierchen Ende März in einigen Exemplaren.

Cyttarocylis laticollis n. sp.

(Taf. 20 Fig. 28.)

Die Hülse ist eiförmig, in Aufsatz und Wohnfach gesondert. Jener ist ziemlich kurz, trichterförmig, mit nach außen gewendetem freiem Rande. Das Wohnfach ist in der Mitte etwas bauchig erweitert, am Hinterende stumpf abgerundet und von der Mitte erhebt sich eine kleine Erhebung, welche nichts Anderes ist, als die Ausbuchtung der äußeren Hülsenschicht. Auf dem Aufsatz scheint die Hülsenwandung einschichtig und ganz structurlos zu sein, während auf dem Wohnfache die 2 Schichten deutlich gesondert und die kleinen Querplättchen halbkreisförmig sind, wesshalb die Hülse als aus halbkreisförmigen, doppeltcontourirten, gleich großen Feldchen gebildet erscheint.

Länge des Aufsatzes 18 μ, des Wohnfaches 72 μ, größte Breite des Aufsatzes 54 μ, kleinste Breite 46 μ, größter Durchmesser des Wohnfaches 54 μ.

Der Körper ist birnförmig, farblos, mit kurzem, in der Mitte des hinteren Hülsenendes anhaftendem Stiel. Das am Rande fein gelappte Peristom ist vom übrigen Körper durch keine Einschnürung abgesondert und trägt 20 abgerundete Plättchen und eben so viele adorale Wimperplättchen. Das grauliche, feinkörnige Plasma enthält bloß 2 ovale, im vorderen Drittel einander gegenüber liegende Kerne, keinen Nebenkern und im hinteren Drittel eine contractile Vacuole.

Durch die Hülsenform erinnert diese Art an *brevicollis*, unterscheidet sich aber von ihr durch Form und Structur des Aufsatzes etc., so wie durch die Zahl der adoralen Wimperplättchen und der Kerne.

Ich fand das Thierchen Mitte März in einigen Exemplaren. Es scheint eine der seltensten Arten zu sein.

Digitized by Google

Cyttarocylis polymorpha Entz.

(Taf. 20 Fig. 25, 26, 29, 30.)

Codonella perforata, Entz, **1.** p. 415, Taf. 24 Fig. 12—14.
Dictyocysta polymorpha, Entz, **2.** p. 205, Taf. 14 Fig. 1, 2.

Die eiförmige Hülse ist durch eine scharfe Einschnürung in Aufsatz und Wohnfach getheilt. Jener bildet durch seinen leicht nach außen gewendeten Rand einen weiten Trichter. Auf dem Rand sind bisweilen kleine Kieselkörperchen angeklebt (Fig. 30). Das Wohnfach ist manchmal rundlich, am häufigsten aber oval, mit stumpf abgerundetem Hinterende. Zwischen den 2 Schichten sind die Querplättchen sowohl auf dem Aufsatz, als auch auf dem Wohnfache bald einander genähert, bald von einander entfernt und in letzterem Fall entsteht die optische Täuschung, als ob die Hülse durch kleine Poren durchlöchert wäre; die größeren Feldchen sind am zahlreichsten in der Hülsenmitte und hier in eine Zone geordnet.

Länge der Hülse 108—117 μ, des Halses 27—36 μ, des Wohnfaches 81—90 μ, Durchmesser der Öffnung 63—81 μ, der Basis des Halses 50—63 μ, größter Durchmesser des Wohnfaches 63—81 μ.

Der birnförmige Körper setzt sich in einen kurzen, in der Mitte des abgerundeten Hülsenendes anhaftenden Stiel fort. Das Peristom ist nicht abgeschnürt, mit gelapptem freiem Rand und trägt 18 abgerundete kleine Läppchen und eben so viele adorale Wimperplättchen. Das feinkörnige Plasma enthält 16 kleine, ovale, zerstreute Kerne und in dem hinteren Drittel eine contractile Vacuole.

Entz beschreibt diese Art zuerst als *Codonella perforata*, änderte aber nach Untersuchung der Hülsen aus dem Mageninhalte der Salpen von Neapel den Namen in *Dictyocysta polymorpha* um. Ich glaube, die Hülsenstructur liefert hinreichende Anhaltspunkte, um diese Art bei *Cyttarocylis* einzureihen. Ich möchte von den Hülsen, welche Entz als *polymorpha* beschreibt, diejenigen, welche auf seiner Taf. 14 Fig. 3, 4, 5 abgebildet sind, mit *D. euplectella* zusammen (**2.** p. 212, Taf. 14 Fig. 8) für eine selbständige Art oder mindestens für selbständige Varietäten halten.

Diese Art kommt in Neapel sehr oft vor; ich fischte sie Anfang März mehrmals und oft massenhaft.

Digitized by Google

Cyttarocylis cistellula Fol.

(Taf. 20 Fig. 27, 32; Taf. 21 Fig. 2, 10, 15, 20.)

Cyttarocylis cistellula, Fol, 2. p. 56, Taf. 5 Fig. 8.
Codonella punctata, Daday, p. 495, Taf. 25 Fig. 13.

Die Hülse ist scharf in Aufsatz und Wohnfach getheilt. Jener ist von seiner Basis an nach dem Rand hin auffallend erweitert und stellt so einen weit geöffneten Trichter dar. Der Rand bildet eine schief gestellte, hervorstehende Krempe, von der eine kraterähnliche Zone sich erhebt; diese ist immer einschichtig, structurlos, glatt oder mit angeklebten Fremdkörperchen bedeckt. Das Wohnfach ist meist rundlich, manchmal in der Mitte geschwollen, vorn enger als am hinteren stumpf abgerundeten Ende. In einigen Fällen aber verengert sich das Wohnfach von der Mitte an plötzlich nach hinten und geht in einen zugespitzten Gipfel über (Taf. 20 Fig. 27). Zwischen den 2 Schichten sind die Querplättchen so geordnet, dass sie polyedrische Feldchen einschließen; von diesen sind, besonders in 1—2 Zonen am Wohnfach, einige bedeutend größer als die anderen, oder aber sie sind alle gleich groß.

Länge der Hülse 108—120 μ, des Aufsatzes 27—30 μ, des Wohnfaches 81—90 μ, Durchmesser der Öffnung 63 μ, größte Breite der Hülse 72 μ.

Der cylindrische Körper spitzt sich am Hinterende zu und geht in einen kurzen Stiel über, welcher in der Mitte des hinteren Hülsenendes befestigt ist. Das Peristom, von dem übrigen Körper nicht abgeschnürt, hat einen feingelappten freien Rand mit 18 Randläppchen und eben so vielen Wimperplättchen. Das feinkörnige Plasma enthält 14 kleine, regelmäßig zerstreute Kerne (Taf. 20 Fig. 32; Taf. 21 Fig. 10), keinen Nebenkern und im vorderen Drittel eine contractile Vacuole.

Fol fand diese Art bei Villafranca, beschreibt aber nur die leeren Hülsen. Letztere fischte ich schon im December 1885 und beschrieb sie irrthümlich als *Codonella punctata*. Später, besonders im März und April 1886, fand ich sie mehrmals und konnte mich nun davon überzeugen, dass ich es mit *Cyttarocylis cistellula* Fol zu thun gehabt hatte.

Cyttarocylis acuminata n. sp.

(Taf. 20 Fig. 33.)

Die Hülse ist vasenförmig, von vorn nach hinten allmählich verbreitert, in der Mitte am breitesten, mit gebogenem Rand; am hin-

Digitized by Google

teren, abgerundeten Ende ist ein ziemlich langer, spitziger und gerader Fortsatz. Sie ist zwar nicht scharf in Aufsatz und Wohnfach getheilt, jedoch kann man beide Theile ziemlich gut unterscheiden. Jener ist einschichtig, mit structurloser Wandung; seine Öffnung ist am freien Rand enger, als an der Basis. Sehr charakteristisch ist, dass rings um den Aufsatz sich eine von vorn nach hinten sich erweiternde, stumpf abgerundete Rippe befindet, deren freier Rand mit 3 Zähnchen bewaffnet ist. Die Querplättchen zwischen den Schichten des Wohnfaches sind so geordnet, dass die von ihnen umhüllten Feldchen halbkreisförmig, resp. ziegelförmig erscheinen; alle sind gleich groß. Der Fortsatz ist homogen und derb.

Länge der Hülse 63 μ, des Fortsatzes 18 μ, Breite der Öffnung 45 μ, größter Durchmesser des Wohnfaches 54 μ.

Ich fand nur die leeren Hülsen des Thierchens Anfang Februar. In der Structur des Aufsatzes ähnelt diese Art sehr *C. millepora* = *Dictyocysta millepora* Entz, unterscheidet sich aber auffallend von dieser durch die Anwesenheit des Fortsatzes, durch die feinere Structur und endlich durch die Größe.

Cyttarocylis Treforti n. sp.

(Taf. 21 Fig. 1.)

Die Hülse ist langgestreckt, cylindrisch, am vorderen Ende leicht trichterförmig erweitert, dann hinter der Mitte stufenweise und ziemlich auffallend verengt, bis sie endlich in einen langen Fortsatz übergeht. Die Schichten sind gleich dick und die kleinen Querplättchen so angeordnet, dass die von ihnen umfassten Feldchen regelmäßige Sechsecke bilden. Der Fortsatz besteht aus einer homogenen, derben Substanz und ist in einen Basal- und Endtheil gesondert. Auf dem Vorderende des Basaltheiles befindet sich eine zwiebelförmige Anschwellung, welche die halbe Länge dieses Theiles ausmacht; auf dem Hinterende dieses Theiles erhebt sich zu beiden Seiten je ein spitziger, kleiner Fortsatz, und zwischen diesen ragt das pfriemenförmige Endstück des Fortsatzes hervor.

Länge der Hülse 360 μ, des Fortsatzes 63 μ, seines Endtheiles 45 μ, seines Basaltheiles 18 μ, Breite der Öffnung 54 μ, größter Durchmesser der Hülse 54 μ.

Der Körper ist farblos, cylindrisch, birnförmig, mit ziemlich langem, an der Seitenwand des hinteren Hülsenviertels angeheftetem Stiel. Der Rand des Peristoms ist fein gelappt, mit 16 adoralen Wimperplättchen und eben so vielen Randläppchen. Das verhältnis-

Digitized by Google

mäßig fein granulirte Plasma enthält in der Mitte 2 ovale, einander genäherte Kerne, daneben 2 kleine rundliche Nebenkerne; von den 2 contractilen Vacuolen liegt die eine im vorderen Körpertheil, die andere an der Basis des Stieles.

Diese schöne Art fand ich zuerst Anfang Februar in einigen Exemplaren, Mitte März fischte ich sie aber in großer Menge. Ich halte es nicht für unmöglich, dass *Trichoda innata* O. Fr. Müll. mit ihr identisch ist, kann aber nach den einfachen, zum Theil schematischen Abbildungen und lückenhaften Beschreibungen O. Fr. Müller's diese Frage nicht sicher entscheiden.

Cyttarocylis cassis Haeck.

(Taf. 21 Fig. 3.)

Dictyocysta cassis, Haeckel, p. 563, Taf. 27 Fig. 1—3. — Kent, p. 624, Taf. 32 Fig. 29—31.

Cyttarocylis cassis, Fol, 2. p. 55, Taf. 4 Fig. 6; Taf. 5 Fig. 10.

Die trichterförmige Hülse besteht aus Aufsatz und Wohnfach. Jener bildet einen breiten, an den Seiten gebogenen, glattrandigen Kragen, sein freier Rand aber ist immer breiter, als die Basis. Seine Wandung ist zweischichtig, mit so angeordneten Querplättchen, dass die von ihnen umschlossenen Feldchen unregelmäßig polyedrisch sind. Das Wohnfach ist gestreckt, trichterförmig, am Ende zugespitzt, vorn aber immer enger, als in der Mitte. Die Querplättchen umschließen bald größere, bald kleinere unregelmäßig polyedrische Feldchen.

Länge des Aufsatzes 18 μ, des Wohnfaches 162 μ, größte Breite der Öffnung 135 μ, größter Durchmesser der Hülse 135 μ.

Haeckel, der diese Art zuerst bei Messina beobachtete, untersuchte auch das lebende Thierchen und beschreibt seinen Körper als glatt, die Zahl der adoralen Wimperplättchen aber setzt er auf 20 fest. Den Kern beobachtete er zwar nicht, sah aber in der Körpermitte 20 rundliche Zellen, welche er für Sporen oder Eier hält. Fol giebt keine nähere Beschreibung des Thierchens. Ich selbst hatte keine Gelegenheit dazu, das lebende Thierchen zu beobachten, halte es indessen mit Rücksicht auf die anderen Arten der Gattung für wahrscheinlich, dass an der Oberfläche die 4 Wimperspiralen auch bei dieser Art nicht fehlen, auch glaube ich, dass die von Haeckel für Sporen oder Eier gehaltenen Kugeln nichts Anderes sind, als Kerne.

Digitized by Google

Die wenigen Hülsen fand ich Anfang Februar.

Außer der Grundform fischte ich zur selben Zeit auch einige Exemplare einer Varietät *plagiostoma*, welche hauptsächlich durch die Größenverhältnisse von der Grundform abweicht; sie ist viel kleiner als jene, auch ist die Öffnung im Verhältnis zu der Länge des Wohnfaches auffallend weit (Taf. 21 Fig. 13). Länge des Aufsatzes 9 μ, des Wohnfaches 126 μ, Breite der Öffnung 117 μ, größter Durchmesser des Wohnfaches 108 μ.

Cyttarocylis Márkusovszkyi n. sp.

(Taf. 21 Fig. 4.)

Die Hülse ist gestreckt, cylindrisch, vorn gleich breit, hinten aber plötzlich verengt und in einen langen, geraden oder gebogenen Fortsatz ausgehend. Die Schichten stehen von einander ziemlich entfernt und die Querplättchen umschließen unregelmäßige polyedrische, aber sehr kleine Feldchen. Die innere Schicht erstreckt sich indessen nur bis zur Basis des Fortsatzes und endet hier abgerundet. Sehr charakteristisch ist die feinere Structur des Fortsatzes, indem in seiner vorderen Hälfte die polyedrischen Feldchen mehrere Schichten bilden und ihm eine schwammartige Zusammensetzung verleihen, während sein Ende aus ganz homogener, derber und farbloser Substanz besteht.

Länge der Hülse 225—333 μ, des Fortsatzes 90—108 μ, größter Durchmesser der Hülse 95—108 μ.

Der Körper ist hellgelblich, kurz birnförmig, mit einem fast eben so langen, dünnen, in der Mitte der Basis des Fortsatzes haftenden Stiele. Das Peristom ist von dem übrigen Körper nicht abgeschnürt und ganzrandig. Die Zahl der mächtigen adoralen Wimperplättchen ist 16. Das Plasma ist ziemlich grobkörnig; am hinteren Drittel konnte ich myophanstreifenähnliche Streifen unterscheiden, welche gegen den Stiel nach und nach verschwinden. Die 2 großen nierenförmigen Kerne liegen in der Mitte einander entgegengesetzt an den beiden Seiten. Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in der Mitte der Basis des Stieles. Das lebenskräftige Thierchen steht mit seinem vorderen Drittel aus der Hülse heraus.

Sie ist eine der größten Arten von *Cyttarocylis*. Ich fand sie zuerst Ende März in einigen Exemplaren; Anfang April kam sie massenhaft. Ich halte es nicht für unmöglich, dass *C. adriatica* Imhof mit dieser Art identisch ist, konnte es aber aus der kurzen Beschreibung Imhof's nicht feststellen (2. p. 199).

Digitized by Google

Cyttarocylis Claparèdii n. sp.
(Taf. 21 Fig. 5, 16.)

Tintinnus Ehrenbergii, CLAPARÈDE, p. 1, Taf. 1 Fig. 3.

Der Vordertheil der langgestreckten, cylindrischen Hülse ist mit 4—6 Querringen geschmückt; diese sind aber keine wirklichen Ringe, sondern nur durch eine spiralige Linie hervorgebrachte Vertiefungen, welche am engsten in der Nähe des Randes sind, dann aber sich allmählich verbreitern. Die Öffnung wird gegen den Rand etwas breiter und in Folge dessen trichterförmig. Das Hinterende der Hülse ist abgerundet und endigt mit einem ziemlich kurzen, meist geraden, manchmal aber gebogenen Fortsatz. Im Übrigen gleichen die ganze Hülse und all ihre Theile der vorigen Art.

Länge der Hülse 360—423 μ, des Fortsatzes 81—90 μ, Breite der Öffnung 99—108 μ.

Im Bau des Körpers weicht diese Art nicht von der vorigen ab; der einzige Unterschied besteht darin, dass bei ihr 18 adorale Wimperplättchen (Fig. 16), bei der vorigen Art hingegen bloß 16 vorkommen.

Die erste kurze Beschreibung nebst einer sehr trefflichen Abbildung giebt CLAPARÈDE nach den bei Schottland gefundenen Exemplaren, beschreibt sie aber als *Tintinnus Ehrenbergii* und hält sie nur für eine interessante Varietät; die Querringe erklärt er als eine Folge des Wachsthums.

Ich fand das Thierchen Mitte April, aber niemals in größerer Menge.

Cyttarocylis annulata n. sp.
(Taf. 21 Fig. 6.)

Die Hülse ist gestreckt, schlauchförmig, nach hinten ziemlich auffallend erweitert, mit zugespitztem Hinterende. Auf der Oberfläche kommen je nach den Exemplaren Querringe in einer innerhalb enger Grenzen wechselnden Anzahl vor, welche jedoch nichts Anderes sind, als Vertiefungen, hervorgerufen durch die vom Rand der Hülse bis zur Endspitze sich hinziehenden Spirallinien; dies macht den Eindruck, als bestände die Hülse aus spiralförmig gewundenen Bändern. Zwischen den Schichten umschließen die Querplättchen unregelmäßig polyedrische Feldchen, welche alle fast gleich groß sind.

Länge der Hülse 315—330 μ, Breite der Öffnung 90—95 μ, größter Durchmesser der Hülse 99—103 μ.

Digitized by Google

Im Bau des Körpers weicht sie von den zwei oben erwähnten Arten durchaus nicht ab, hat aber gleich *C. Márkusovszkyi* 16 adorale Wimperplättchen.

In Gesellschaft der vorigen Arten fand ich sie Anfang April ziemlich häufig.

Cyttarocylis denticulata Cl. et L.

Tintinnus denticulatus, Claparède und Lachmann, p. 201, Taf. 8 Fig. 1, 1 *A*. — Kent, p. 607, Taf. 31 Fig. 18, 19.

Die Hülse ist langgestreckt, cylindrisch, vorn gleich breit, im letzten Viertel verjüngt sie sich auffallend und geht dann in einen verhältnismäßig langen, spitzigen Fortsatz über, welcher aus einer homogenen, derben Substanz besteht. Der Rand ist fein gezähnt. Zwischen den Schichten schließen die Querplättchen regelmäßige, gleich große, sechseckige Feldchen ein.

Länge der Hülse 0,14 mm.

Diese Art beschreiben zuerst Claparède und Lachmann eingehend nach den an der norwegischen Küste gefundenen leeren Hülsen. Ihre Angaben benutzend beobachtete diese Art Boeck 1839 bei Spitzbergen, 1843 bei Christianiafjord, während Ehrenberg sie aus der Ostsee kennt. Kent erwähnt ihrer nur nach Claparède und Lachmann und reiht es bei *Tintinnus* ein. Fol erklärt entschieden, diese Art gehöre zu *Cyttarocylis* (2. p. 57).

Diese Art ist *C. Márkusovszkyi* sehr ähnlich, weicht aber auffallend durch den gezähnten Rand und durch die Anordnung der Querplättchen von ihr ab.

Cyttarocylis Ehrenbergii Cl. et L.

Tintinnus Ehrenbergii, Claparède und Lachmann, p. 203, Taf. 8 Fig. 6, 7. — Kent, p. 607, Taf. 31 Fig. 1, 2.

Die Hülse ist langgestreckt, cylindrisch, hinten abgerundet und in einen kurzen, dicken, geraden oder schräg gebogenen Fortsatz ausgezogen. Die Öffnung ist ganzrandig, gerade abgestutzt. Zwischen den Schichten stehen die Querplättchen sehr dicht neben einander, umschließen aber immer kleine, regelmäßig sechseckige Feldchen.

Claparède und Lachmann beschrieben diese Art als *Tintinnus Ehrenbergii* von Glesnäsholm. Nach ihnen ist der Körper glöckchenförmig, mit auffallend langem und in der Mitte des Hinterendes der

Digitized by Google

Hülse anhaftendem Stiel. Das Plasma ist dicht und dunkel granulirt. Contractile Vacuolen zeichnen sie zwei, beide in der Nähe der Stielbasis. Fol stellt sie zu *Cyttarocylis* (2. p. 57).

***Cyttarocylis millepora* Entz.**

Dictyocysta millepora, Entz, 2. p. 208, Taf. 14 Fig. 9.

Die Hülse ist rundlich oder eiförmig, in Aufsatz und Wohnfach getheilt. Jener bildet eine homogene, structurlose Zone mit ganzrandiger Öffnung. Das Wohnfach ist manchmal an seinem Hinterende schwach zugespitzt, stets aber umschließen die Querplättchen gleich große, wahrscheinlich polyedrische Feldchen.

Länge der Hülse 39 μ, größte Breite des Wohnfaches 30 μ, Durchmesser des Aufsatzes 20 μ.

Diese Art beschreibt Entz als *Dictyocysta millepora* nach den leeren Hülsen, welche er in Salpen von Neapel fand, und behauptet, die Hülse sei von großen Poren durchlöchert. Ich halte es aber für wahrscheinlich, dass sie nicht von den übrigen Arten abweicht; sehr ähnlich ist sie der *acuminata* und unterscheidet sich von ihr hauptsächlich durch den fehlenden Fortsatz.

9. Gattung. *Dictyocysta* Ehrbg.

Dictyocysta, Ehrenberg, 2. p. 236. — Haeckel, 1. p. 562. — Fol, 2. p. 57. — Kent, p. 625. — Entz, 1. p. 405.

Wandung der Hülse steif, chitinartig, mit glatter Oberfläche, zweischichtig, zwischen den Schichten mit Querplättchen. Aufsatz von Maschenlöchern durchbrochen. Wohnfach hinten bald abgerundet, bald schwach zugespitzt. Körper birn- oder glöckchenförmig, mit einem in der Mitte des hinteren Hülsenendes anhaftendem Stiel. 20 adorale Wimperplättchen. Oberfläche nur mit den 4 Wimperspiralen. 8 Kerne. Ausschließlich marin.

Die Gattung stellte Ehrenberg 1854 auf und nahm als Hauptcharakter die Kieselsubstanz der Hülse und die Durchlöcherung derselben an. Hiervon gehen auch Haeckel und Kent aus. Fol und Entz zeigten fast gleichzeitig, dass die Hülse aus 2 Schichten mit Querplättchen besteht und dabei von Poren durchlöchert ist.

Bestimmungstabelle der bekannten Arten.

A. Hülse mit scharf gesondertem Aufsatz.

a. Wohnfach einfach, rundlich oder oval.

Digitized by Google

* Wohnfach mit Zonalfeldchen; Rand des Aufsatzes gerade *templum* Haeck. (s. unten).

** Wohnfach ohne Zonalfeldchen, Rand des Aufsatzes nach außen gebogen *ovalis* Daday (s. unten p. 588).

b. Wohnfach in zwei kuppelförmige Abschnitte getheilt *tiara* Haeck. (s. unten p. 587).

B. Hülse mit schwach gesondertem Aufsatz; Wohnfach mit Zonalfeldchen *elegans* Ehrbg. (s. unten p. 586).

Dictyocysta templum Haeckel.

(Taf. 21 Fig. 8, 9.)

Dictyocysta templum, HAECKEL, p. 564, Taf. 27 Fig. 6. — KENT, p. 625, Taf. 32 Fig. 27. — ENTZ, **1.** p. 415; **2.** p. 208, Taf. 14 Fig. 18—21, 23. — FOL, **2.** p. 57 Taf. 5 Fig. 9. — IMHOF, **1.** p. 103.

Die Hülse besteht aus Aufsatz und Wohnfach. Jener bildet meistens eine trichterförmig erweiterte, cylindrische Röhre, ist aber manchmal in der Mitte etwas angeschwollen und nach beiden Enden ziemlich verengt; seine Wandung ist ausnahmslos von 7—8 großen, viereckigen, an den Ecken mehr oder minder abgerundeten Maschenlöchern durchbrochen und besteht so aus schmalen Säulchen. Der Rand scheint der Form der Maschenlöcher entsprechend mehr oder minder gezackt zu sein, da er an den Ecken der Maschenlöcher schwach ausgeschnitten ist. Die Säulchen bestehen aus derber Cuticulasubstanz; in ihrer Mitte zieht sich manchmal ein feiner dunklerer Streifen hin. Die Basis zeigt immer die charakteristische schwammige Structur. — Das scharf abgesonderte Wohnfach ist kuppel- oder herzförmig, manchmal aber auch oval, von vorn nach hinten schwach verjüngt und stets stumpf abgerundet. Zwischen den Schichten umschließen die Querplättchen unregelmäßige Feldchen, von denen die größeren beinahe regelmäßig auf der Mitte des Wohnfaches in einer Zone angeordnet sind, manchmal aber findet sich mit kleineren Feldchen je eine Zone auch im vorderen und hinteren Drittel des Wohnfaches. Die Zahl der größeren Zonalfeldchen (Zonallöcher ENTZ) entspricht sehr oft der Zahl der Maschenlöcher, kann aber auch kleiner oder größer sein; in ihrer Mitte liegen die 2 Schichten auf einander, so dass es bei Betrachtung von der Seite den Anschein gewinnt, als ob kleine Löchlein dort wären.

Länge der Hülse 63—72 μ, des Aufsatzes 25—36 μ, des Wohn-

Digitized by Google

faches 36—45 μ, Breite des Aufsatzes 30—45 μ, größter Durchmesser des Wohnfaches 45—54 μ.

Der Körper ist farblos, cylindrisch, lang gestreckt, in der Mitte schwach eingeschnürt, hinten bauchig, mit einem kurzen, in der Mitte des hinteren, abgerundeten Endes des Wohnfaches anhaftenden Stiele. Das Peristom ist gerade abgestutzt, ganzrandig. Das Plasma ist ziemlich fein granulirt und enthält 8 meistens ovale, seltener rundliche Kerne. Nach Behandlung mit Sublimat und Carmin fand ich manchmal auch Kernkörperchen (Fig. 9), oft aber auch nicht (Fig. 8). Nebenkerne fand ich keine. Die contractile Vacuole befindet sich in dem hinteren Drittel. In einigen Fällen beobachtete ich auch den Schließapparat.

Dieser Art erwähnt zuerst J. Müller aus dem Mageninhalt von *Pentacrinus caput Medusae*, giebt aber bloß eine Abbildung und keinen Namen. Unter dem jetzigen Artnamen beschreibt sie zuerst Haeckel nach den leeren Hülsen von Messina und Lanzarote. Das Wohnfach sei hinten etwas zugespitzt, die Zahl der Maschenlöcher sei 7, der Zonalfeldchen 14. Später erwähnt auch Fol kurz derselben, giebt aber 8 Maschenlöcher und nur wenig mehr Zonalfeldchen an. Entz liefert von den leeren Hülsen aus dem Magen von *Antedon* und Salpen aus Neapel eine ausführliche Beschreibung und berichtet von 8 Löchern und 16 Feldchen. Diese Zahlen hält er für ziemlich charakteristisch. Endlich fand Imhof die Art in den venetianischen Lagunen, hält aber seine Exemplare für eine selbständige Varietät *Mülleri*.

Ich fand sie schon im December 1885, damals aber nur die Hülsen. Später, und besonders von März bis Mitte April 1886 sah ich mehrmals auch das lebende Thierchen.

Dictyocysta elegans Ehrbg.

Dictyocysta elegans, Ehrenberg, 3. p. 236, Taf. 35 *A*. Fig. 24 *D*.
- *mitra*, Haeckel, p. 563, Taf. 27 Fig. 4, 5. — Kent, p. 625, Taf. 32 Fig. 25, 26.

Dictyocysta elegans, Kent, p. 626.
- *mitra*, Entz, 2. p. 211, Taf. 14 Fig. 22. — Daday, p. 497, Taf. 25 Fig. 16.

Die Hülse ist fingerhut- oder bischofsmützenförmig, nicht scharf in Aufsatz und Wohnfach getheilt. Jener ist ganz cylindrisch oder trichterförmig. Seine 7 Maschenlöcher sind viereckig mit abgerun-

Digitized by Google

deten Ecken, aber nie so groß, wie bei der vorigen Art. Ich fand auch Exemplare mit polygonalen resp. fünfeckigen Löchern (DADAY, Taf. 25 Fig. 16). Das ovale Wohnfach verschmälert sich nach hinten allmählich und endet zugespitzt oder stumpf abgerundet. Zwischen den Schichten sind die Querplättchen von einander ziemlich entfernt, besonders im vorderen Theile des Wohnfaches; die von ihnen umschlossenen Feldchen sind meistens sechseckig, seltener unregelmäßig polyedrisch. An der Basis des Aufsatzes sind einige größere Feldchen in eine Zone geordnet, deren Anzahl zwischen kleineren oder größeren Grenzen schwankt.

Länge der Hülse 60—70 μ, größte Breite des Wohnfaches 46—50 μ, Durchmesser der Öffnung 41—45 μ.

EHRENBERG fand diese Art an der Küste von Newfoundland und zeichnet die 9 Maschenlöcher fünfeckig. HAECKEL beschreibt sie von Messina und Lanzarote als *mitra* mit 5 Löchern; ENTZ hingegen zeichnet auf dem Aufsatz der leeren Hülsen, welche er im Magen von Salpen aus Neapel fand, 7 Löcher. KENT erwähnt ihrer als *elegans* und *mitra* nach EHRENBERG und HAECKEL.

Ich fischte die Hülsen bloß im December 1885 in einigen Exemplaren.

Dictyocysta tiara Haeckel.

Dictyocysta tiara, HAECKEL, p. 564, Taf. 27 Fig. 7. — KENT, p. 626, Taf. 32 Fig. 28.

Die Hülse ist gestreckt, Tiara-förmig, cylindrisch, in Aufsatz und Wohnfach getheilt. Jener ist trichterförmig und am Rand den 10 Maschenlöchern entsprechend gezackt. Diese sind viereckig, mit abgerundeten Ecken, von der Basis an aber allmählich sich erweiternd. Das Wohnfach verjüngt sich nach hinten bedeutend und endet zugespitzt. Durch eine seichte Einschnürung wird es in einen vorderen größeren, rundlichen, und in einen hinteren kleineren, kuppelförmigen Abschnitt getheilt. Jener enthält in der Mitte 10 ovale, auffallend große Zonalfeldchen, aber zwischen diesen und der Basis des Aufsatzes werden auch 10 kleinere rundliche sichtbar. Eben so angeordnete Zonalfeldchen kommen auch auf dem kuppelförmigen Abschnitt vor, während auf den übrigen Theilen des Wohnfaches die Querplättchen kleinere polyedrische Feldchen umschließen.

Länge der Hülse 100 μ, des Aufsatzes, wie auch des vorderen Abschnittes des Wohnfaches 40 μ, des hinteren Abschnittes 20 μ.

Digitized by Google

Diese Art beobachtete bis jetzt nur HAECKEL bei Lanzarote und auch nur die Hülsen.

Dictyocysta ovalis Daday.

Dictyocysta ovalis, DADAY, p. 496, Taf. 25 Fig. 14.

Die ovale Hülse ist in Aufsatz und Wohnfach gesondert. Jener ist auffallend klein mit nach außen gekrümmtem, freiem Rand und von 7 Maschenlöchern durchbrochen, welche rechteckig sind, mit rechtwinkeligen Ecken. Das Wohnfach ist oval, von vorn nach hinten verjüngt, stumpf abgerundet, und die Querplättchen zwischen den Schichten umschließen unregelmäßige, polyedrische, fast gleich große Feldchen. Zonalfeldchen kommen also nicht vor.

Länge der Hülse 72 μ, größte Breite 45 μ, die der Öffnung 36 μ.

Diese Art fand ich Januar 1886 in einigen Exemplaren.

Außer diesen gut charakterisirten 4 Arten finden wir bei EHRENBERG (und nach ihm bei KENT) noch 2 andere erwähnt. Diese sind indessen so lückenhaft beschrieben, dass ich von einer, nämlich der *acuminata*, nicht einmal feststellen konnte, ob sie wirklich hierher oder vielleicht zu *Cyttarocylis* gehört. Der Vollständigkeit halber setze ich die kurzen Diagnosen EHRENBERG's hierher.

Dictyocysta lepida Ehrbg.: »Testula oblonga urceolata, infra retusa subglobosa poris sparsis perforata, superiore parte cylindrica truncata laxius reticulata, hujus cellulis in serie simplici circulari nonis. Longit. $^1/_{40}$'''. Latit. $^1/_{48}$'''. Particulae virescentes partem subglobosam posteriorem replent. Specimina servavi. E mari superficiali lucente Novae Fundlandiae. In alio servato specimine margo aperturae anterioris amplae parvas cellulas gerit magnis impositas. Forsan haec tertia huius typi species est. Varietas *Dictyocysta lepida*, *β*, *Fundlandica* dicitur« (3. p. 236).

Dictyocysta acuminata Ehrbg.: »Testula oblonga campanulata, infra aculeo terminata, supra lato truncata, ubique anguste reticulata, cellularum seriebus longitudinalibus 10 in $^1/_{100}$'''. Longit. totius $^1/_{36}$'''. Latit. $^1/_{48}$'''. Specimina servavi. E mari superficiali lucente Novae Fundlandiae. A prioribus habitu valde differt« (3. p. 236).

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 18.

Fig. 1. *Tintinnus Fraknòii* n. sp. Gezeichnet mit Seibert Oc. 3. Syst. 3.
- 2. - *inquilinus* O. Fr. M. Freie Form. Oc. 3. Syst. 5.
- 3. - *lusus undae* Entz. Oc. 3. Syst. 5.
- 4. *Amphorella amphora* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 5.
- 5. - *quadrilineata* Cl. et L. Oc. 3 Syst. 5.
- 6. *Tintinnus acuminatus* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 3.
- 7. *Amphorella subulata* Ehrbg. Oc. 3. Syst. 5.
- 8. *Undella spiralis* Fol. Oc. 3. Syst. 3.
- 9. *Amphorella Steenstrupii* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 3.
- 10. *Tintinnus inquilinus* O. Fr. M. Festsitzende Form. Oc. 3. Syst. 3.
- 11. - - O. Fr. M. Kern. Oc. 3. Syst. 5.
- 12. - - O. Fr. M. Kern in Theilung. Oc. 3. Syst. 5.
- 13. - - O. Fr. M. Peristom. Oc. 3. Syst. 5.
- 14. - *lusus undae* Entz. Oc. 3. Syst. 3.
- 15. - *angustatus* n. sp. Oc. 3 Syst. 3.
- 16. *Amphorella striata* n. sp. Oc. 3 Syst. 3.
- 17. *Undella hyalina* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 18. *Amphorella ganymedes* Entz. Oc. 3. Syst. 5.
- 19. - *punctatostriata* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 20. - *tuberculata* n. sp. Oc. 3. Syst. 5.
- 21. - *Steenstrupii* Cl. et L. Optischer Querschnitt des hinteren Drittels der Hülse. Oc. 3. Syst. 5.
- 22. *Undella Dohrnii* n. sp. Oc. 3 Syst. 3.

Tafel 19.

Fig. 1. *Undella Claparèdei* Entz. Gezeichnet mit Seibert Oc. 3. Syst. 3.
- 2. *Tintinnopsis beroidea* Stein. Oc. 3. Syst. 3.
- 3. - - var. *plagiostoma*. Oc. 3. Syst. 3.
- 4 u. 5. - - var. *acuminata*. Oc. 3. Syst. 3.
- 6. - - var. *plagiostoma*. Oc. 3. Syst. 3.
- 7—9. - - var. *compressa*. Oc. 3. Syst. 3.
- 10 u. 11. - *Vosmaeri* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 12. - - var. *curvicornis*. Oc. 3. Syst. 3.
- 13. - - var. *elongata*. Oc. 3. Syst. 3.
- 14. - *beroidea* Stein. Oc. 3. Syst. 5.
- 15. - *Vosmaeri* var. *elongata*. Oc. 3. Syst. 3.
- 16. - *campanella* Haeck. Oc. 3. Syst. 3.

Digitized by Google

Fig. 17. *Tintinnopsis annulata* Daday. Oc. 3. Syst. 3.
- 18. - *campanella* Haeck. Oc. 3. Syst. 3.
- 19. - *urniger* Entz var. *laevis*. Oc. 3. Syst. 3.
- 20 u. 21. - *Mayeri* n. sp. Oc. 3 Syst. 3.
- 22. *Codonella Bornandi* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 23. *Tintinnopsis Davidoffii* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 24 u. 25. - - var. *cylindrica*. Oc. 3. Syst. 3.
- 26. - - var. *longicauda*. Oc. 3. Syst. 3.
- 27. - *Lobiancoi* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 28. - *beroidea* var. *compressa*. Oc. 3. Syst. 5.
- 29. - - var. *acuminata*. Oc. 3. Syst. 5.
- 30 u. 31. - *nucula* Fol. Oc. 3. Syst. 5.
- 32. *Tintinnidium neapolitanum* n. sp. Oc. 3. Syst. 5.
- 33. *Tintinnopsis curvicauda* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.

Tafel 20.

Fig. 1. *Tintinnopsis Chyzeri* n. sp. Gezeichnet mit Seibert Oc. 3. Syst. 5.
- 2. - *cyathus* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 3. - - var. *annulata*. Oc. 3. Syst. 3.
- 4 u. 5. - *Bütschlii* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 6—8. - *cincta* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 3.
- 9. - *campanula* Ehrbg. Oc. 3. Syst. 3.
- 10. *Codonella lagenula* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 3.
- 11. *Tintinnopsis campanula* Ehrbg. Oc. 3. Syst. 3.
- 12. *Codonella lagenula* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 3.
- 13. *Tintinnopsis campanula* Ehrbg. Oc. 3. Syst. 3.
- 14. *Codonella lagenula* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 3.
- 15. *Tintinnopsis campanula* Ehrbg. Oc. 3. Syst. 3.
- 16. *Codonella lagenula* Cl. et L. Oc. 3 Syst. 3.
- 17 u. 18. *Tintinnopsis infundibulum* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 19 u. 20. - *ventricosa* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 5.
- 21. *Codonella annulata* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 3.
- 22. *Tintinnopsis angulata* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 23. - *Lindeni* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 24. *Cyttarocylis brevicollis* Cl. et L. Oc. 3. Syst. 3.
- 25 u. 26. - *polymorpha* Entz. Oc. 3. Syst. 3.
- 27. - *cistellula* Fol. Oc. 3. Syst. 3.
- 28. - *laticollis* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 29 u. 30. - *polymorpha* Entz. Oc. 3. Syst. 3.
- 31. *Codonella lagenula* Cl. et L. Kern. Oc. 3. Syst. 5.
- 32. *Cyttarocylis cistellula* Fol. Kerne. Oc. 3. Syst. 5.
- 33. - *acuminata* n. sp. Oc. 3. Syst. 5.

Tafel 21.

Fig. 1. *Cyttarocylis Treforti* n. sp. Gezeichnet mit Seibert Oc. 3. Syst. 3.
- 2. - *cistellula* Fol. Oc. 3. Syst. 3.
- 3. - *cassis* Haeck. Oc. 3. Syst. 3.
- 4. - *Márkusovszkyi* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.

Digitized by Google

Fig. 5. *Cyttarocylis Claparèdei* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 6. - *annulata* n. sp. Oc. 3. Syst. 3.
- 7. *Petalotricha ampulla* Fol. Oc. 3. Syst. 3.
- 8 u. 9. *Dictyocysta templum* Haeck. Oc. 3. Syst. 5.
- 10. *Cyttarocylis cistellula* Fol. Oc. 3. Syst. 3.
- 11. *Petalotricha ampulla* Fol. Kern. Oc. 3. Syst. 5.
- 12. - - Parorale Wimperplättchen. Oc. 3. Syst. 5.
- 13. *Cyttarocylis cassis* Haeck. var. *plagiostoma.* Oc. 3. Syst. 3.
- 14. *Petalotricha ampulla* Fol. In Theilung. Oc. 3. Syst. 3.
- 15. *Cyttarocylis cistellula* Fol. Oc. 3. Syst. 3.
- 16. - *Claparèdei* n. sp. Peristom. Oc. 3. Syst. 3.
- 17. *Petalotricha ampulla* Fol. Peristom. Oc. 3. Syst. 3.
- 18. - - - Querschnitt des Vordertheiles der Hülse. Oc. 3. Syst. 5.
- 19. *Petalotricha ampulla* Fol. Oc. 3. Syst. 3.
- 20. *Cyttarocylis cistellula* Fol. Querschnitt des vorderen Theiles der Hülse. Oc. 3. Syst. 5.

Digitized by Google

Studien über den Körperbau der Anneliden.

Von

Eduard Meyer,
in Neapel.

Mit Tafel 22—27 und 3 Holzschnitten.

Seitdem die Frage über die verwandtschaftlichen Beziehungen der ungegliederten und segmentirten Thiere und dieser letzteren unter einander in ein acuteres Stadium getreten ist, wurde besonders das Excretionssystem zum Gegenstande vielfacher speculativer Erörterungen. Dennoch widersprechen sich die verschiedenen Ansichten in Bezug auf die Phylogenie dieses Organsystems dermaßen, dass fast ein jeder Forscher, der sich eingehender mit dieser Frage beschäftigt hat, hierüber eine besondere Anschauung besitzt.

Der erste Ursprung der Excretionsorgane ist noch ganz und gar in Dunkel gehüllt, denn abwärts von den Würmern bieten sich uns in morphologischer Hinsicht absolut keine Anhaltspunkte zur Herleitung derselben, und ein Versuch, diese Organe auf gewisse Theile des cölenterischen Apparates der Cölenteraten zurückzuführen, entbehrt einer jeglichen ernsten Basis; erst bei den niederen Würmern begegnen wir einem sogenannten Wassergefäßsystem, dessen physiologische Bedeutung als Nierenorgane kaum mehr bezweifelt werden kann.

Während sich nun die Meinung, dass dieses Wassergefäßsystem und die Kopfnieren oder larvalen Excretionsorgane der Wirbellosen überall homologe, von einer gemeinsamen Vorfahrenform ererbte Gebilde seien, mehr und mehr Bahn bricht, herrschen noch die größten Controversen über die Beziehungen, in welchen die definitiven Nierensysteme der verschiedenen Thiergruppen zu einander stehen.

Digitized by Google

Schon unter den parenchymatösen Würmern sind bei den Nemertinen die Ausscheidungsorgane so abweichend gestaltet, dass es schwer wird, sie morphologisch zu deuten.

Bei den Mollusken, Brachiopoden und Anneliden, bei *Peripatus* und im Urnierensystem der Vertebraten haben wir Nephridien, die alle in dem Punkte übereinstimmen, dass sie mit inneren Mündungen ausgestattet sind und sich dadurch von dem vorhergehenden Typus wesentlich unterscheiden. Haben nun diese Organe überall den gleichen Ursprung oder sind es nur in Folge physiologischer Nothwendigkeit zu ähnlicher Ausbildung gelangte Analoga? Und wäre das Erstere der Fall, was im höchsten Grade wahrscheinlich ist, wo hat man abwärts im Thierreiche den Anhaltspunkt zur Ableitung jener Organform zu suchen: ist sie vom kopfnierenartigen, nach innen geschlossenen Excretionssystem der Plattwürmer herzuleiten oder von Ausführungswegen der Geschlechtsdrüsen, wie solche bei Nemertinen vorkommen; ist sie aus der Combination beider zuletzt genannten Bildungen hervorgegangen oder endlich ganz selbständig entstanden? Das Alles sind Fragen, die sich beim heutigen Stande unserer zoologischen Kenntnisse wohl discutiren, aber nicht endgültig entscheiden lassen.

Indem durch die neueren Untersuchungen die Verwandtschaft der Arthropoden mit den Anneliden immer deutlicher hervortritt, gelingt es allmählich auch für diese Thiere den Nachweis zu liefern, dass sie ursprünglich wie die letzteren »Segmentalorgane« gehabt haben müssen; die Derivate dieser Organe erscheinen hier jedoch in derartig veränderter Gestalt, dass sie nur auf Umwegen als solche erkannt werden können. Wie die Antennendrüsen der Crustaceen auf Nephridien des Annelidentypus zurückzuführen seien, und ob die Malpighischen Gefäße der Tracheaten mit diesen etwas zu thun haben, müssen erst noch eingehende ontogenetische Studien zeigen. Dagegen lehrt uns die Entwicklungsgeschichte von *Peripatus*, dass eine ganze Reihe anderer Gebilde bei den Arthropoden aus sog. Segmentalorganen hervorgegangen sein können und nach Aufgabe ihrer früheren excretorischen Thätigkeit die differentesten Functionen zu verrichten haben.

Und bei den Echinodermen — da sind wir wieder im Dunkeln. Die peritonealen Wimperurnen, welche bei gewissen Holothuroiden vorkommen, scheinen davon Zeugnis abzulegen, dass auch diese Thiere einst im Besitze eines hochentwickelten, nach dem zweiten Typus gebildeten Excretionssystems waren.

Digitized by Google

Zu einem erfolgreichen Vergleiche der verschiedenen Formen, unter welchen das Nephridialsystem im Thierreiche auftritt, und zur einigermaßen sicheren Beurtheilung, ob sie abhängig oder unabhängig von einander entstanden seien, fehlt uns vor Allem die genügende Kenntnis der ontogenetischen Entwicklung sei es der betreffenden Organe oder der gesammten Organisation der Thiere. So ist z. B. über die Entstehungsweise des Wassergefäßsystems der niederen Würmer so gut wie gar nichts bekannt. Bedeutend mehr wissen wir zwar von der Entwicklungsgeschichte der Segmentalorgane bei den Anneliden, aber noch lange nicht genug, um mit Bestimmtheit über deren morphologische Natur Schlüsse ziehen zu können; eine große Litteratur besitzen wir über das Verhalten des Nephridialsystems dieser Würmer im fertigen, ausgebildeten Zustande, allein eine Menge diesbezüglicher Angaben stammen aus älteren Zeiten und sind erneuerter Prüfungen bedürftig. Am meisten ist nun das Urnierensystem der Vertebraten sowohl anatomisch als embryologisch durchgearbeitet worden, und trotzdem sind heute noch so wichtige Fragen wie die z. B., ob der Urnierengang mesodermalen oder ectodermalen Ursprungs sei, nicht entschieden. Unter solchen Umständen scheint es mir, dass ein jeglicher Beitrag zur Morphologie der Excretionsorgane willkommen sein dürfte.

Da die Wahrscheinlichkeit der Abstammung der Wirbelthiere von annelidenartigen Vorfahren durch die Ergebnisse der recenteren Forschung stets größer wird, so gewinnt auch die Ableitung des Urnierensystems der ersteren vom Nephridialsystem der Anneliden einen festeren Boden. Der Haupteinwand, welchen die Gegner dieser Ansicht gegen die Homologie der Excretionsorgane dieser beiden Thiergruppen geltend zu machen suchen, besteht hauptsächlich darin, dass die Segmentalorgane der Ringelwürmer unabhängig von einander in den entsprechenden Zoniten nach außen münden, während die Urnierencanälchen der Vertebraten auf jeder Seite durch den Urnierengang verbunden sind und keine metameren äußeren Öffnungen haben.

Bei der *Polygordius*-Larve ist nun ein Paar sich später zurückbildender Längscanäle beschrieben worden, welche die einzelnen Nephridien während ihrer Bildung jederseits in Verbindung setzen sollen, allein diese Angabe hat durch keine der bisher erfolgten Nachuntersuchungen eine Bestätigung gefunden. Das Vorkommen von Längsgängen im Nephridialsystem der Anneliden erschien daher nach wie vor fraglich.

An einer Monographie der Terebelloiden arbeitend, fand ich bei

Digitized by Google

einer dieser Wurmgruppe angehörigen Form, *Lanice conchilega* Pall., dass die Segmentalorgane des erwachsenen Thieres jederseits durch starke, auch excretorisch thätige Längscanäle communiciren. Ich folgte natürlich gern der Aufforderung des Herrn Prof. Dohrn, die in Angriff genommene Monographie einstweilen bei Seite zu lassen, um die entdeckten interessanten Verhältnisse genauer zu untersuchen und mich dann auch noch über das Excretionssystem anderer Formen zu orientiren. Zur Beurtheilung der Tragweite jenes Befundes wäre es mir durchaus erwünscht gewesen, die Entwicklung der Nephridialgänge von *Lanice* kennen zu lernen, bisher jedoch waren alle darauf gerichteten Bemühungen trotz mehrfach wiederholter Versuche vergebens: mit besserem Erfolge stellte ich embryologische Beobachtungen über die Segmentalorgane anderer Anneliden an, aber nirgends erwies sich eine Spur von Gängen. So sah ich mich denn genöthigt, auf anderem Wege mir eine allgemeinere Anschauung von der morphologischen Bedeutung des Nephridialsystems der Ringelwürmer zu verschaffen, wozu ich meine Untersuchungen auf die verschiedensten Organe und Organsysteme ausdehnen musste.

Auf diese Weise wurden meine Arbeiten über die Segmentalorgane für mich zum Ausgangspunkte für eine Reihe von

Studien über den Körperbau der Anneliden,

deren Anfang die vorliegenden bilden.

Auf dem Wege der Unterhaltung ist mir ganz besonders von Seiten des Herrn Prof. Dohrn so wie meiner älteren Collegen, Herrn Dr. Eisig und Herrn Dr. Lang, jetzt Professor in Jena, über die mannigfaltigsten zoologischen Fragen Belehrung in reichlichem Maße zu Theil geworden, wodurch sie mich in wissenschaftlicher Hinsicht außerordentlich gefördert haben. Es möge mir vergönnt sein, bei dieser Gelegenheit ihnen herzlich dafür zu danken. Auch sei es mir gestattet, allen Mitangehörigen der Zoologischen Station für die entgegenkommende Bereitwilligkeit, mit der ein Jeder in seiner Weise mich bei meinen Arbeiten unterstützte, hier meinen aufrichtigen Dank zu bezeugen.

Neapel, September 1887.

Digitized by Google

I.

Das Nephridialsystem der Terebelloiden.

(Auszug aus einer Monographie der Terebelloiden[1].)

Eine Eigenthümlichkeit aller zu dieser Wurmgruppe gehörigen Formen ist die innere Eintheilung der vorderen, gewöhnlich als Thorax bezeichneten Körperregion in zwei ungleich große Kammern, von denen jede aus einer Mehrzahl von Segmenten besteht; geschieden sind diese beiden Abtheilungen der allgemeinen Leibeshöhle von einander durch ein starkes, muskulöses Diaphragma. Abgesehen von diesem letzteren sind in dem besagten Körperabschnitt für gewöhnlich keine weiteren transversalen Scheidewände vorhanden, so dass alle vor dem Diaphragma befindlichen und eben so alle hinter demselben gelegenen Segmenthöhlen je einen continuirlichen Hohlraum im Vorderkörper bilden.

Der vordere Thoracalraum ist der kleinere von beiden und besteht immer nur aus einer geringen Anzahl von Zoniten; er umfasst in der Regel nur die dem Kopf und den kiementragenden Segmenten angehörige Partie der Leibeshöhle. In einzelnen Fällen erfährt er der Länge nach eine Untereintheilung, indem der Hohlraum des Kopfmundsegments durch ein vollständiges Dissepiment gegen den darauf folgenden Theil abgegrenzt ist.

Der hintere Thoracalraum ist immer viel größer als der vordere und umfasst stets eine ansehnliche, je nach den Gattungen und Arten verschiedene Zahl von Segmenthöhlen, indem er sich häufig bis in die Schwanzregion oder das Abdomen hinein fortsetzt. Auch in diesem zweiten Theile des thoracalen Cöloms fehlen die intersegmentalen Septen entweder ganz oder es sind nur Rudimente derselben vorhanden.

Erst im Abdomen treten die Dissepimente in regelmäßiger Folge auf und auch hier nicht immer gleich am Anfang desselben, sondern bald mehr bald weniger weit hinter dem letzten thoracalen Zonite. Die Dissepimente der Schwanzregion sind in den meisten

---

[1] Mit dem Namen »**Terebelloidea**« möchte ich eine größere Wurmgruppe bezeichnen, in welcher ich die folgenden von MALMGREN aufgestellten Familien zusammenfasse: Fam. Terebellacea (mit ihren Subfam. Amphitritea, Polycirridea, Artacamacea, Trichobranchidea und Corephoridea), Ampharetea und Amphictenea. (S. Litteraturverzeichnis: MALMGREN 1865, p. 355, 397.) Die Begründung dieser systematischen Maßregel behalte ich mir für die obengenannte Monographie vor.

Digitized by Google

Fällen an bestimmten Stellen durchbrochen, so dass alle segmentalen Kammern des Hinterleibes nicht allein unter einander, sondern auch mit dem postdiaphragmalen Hohlraum des Vorderkörpers in offener Verbindung stehen.

In der hinteren Thoraxkammer befinden sich die Genitaldrüsen, von welchen sich die reifenden Geschlechtsprodukte während der Brunstzeit ablösen und in die Leibeshöhle fallen. In Folge der eben geschilderten Communication, welche zwischen der besagten thoracalen und den abdominalen Cölomkammern besteht, haben sie einen freien Zutritt auch zu den letzteren, so dass zu dieser Zeit sowohl der hintere Abschnitt des Thorax als auch das ganze Abdomen mit Eiern oder Spermatozoen angefüllt ist; bei gewissen Formen kommen übrigens auch in der Schwanzregion Geschlechtsdrüsen vor.

In den vorderen Thoracalraum gelangen die Geschlechtsprodukte nie; hier bildet das Diaphragma eine für geformte Elemente unüberwindliche Scheidewand. Die einzelligen Gebilde, welche in dieser Gegend in der Leibesflüssigkeit umherschwimmen, sind stets nur die sog. lymphoiden Zellen oder einfacher Lymphkörperchen.

Solche kommen nun auch im ganzen hinter dem Diaphragma gelegenen Cölomabschnitt und zwar während der ungeschlechtlichen Lebensperioden sogar in sehr großen Mengen vor; sobald aber die Geschlechtsproducte zur Ausbildung gelangen, wird ihre Zahl auf ein Minimum reducirt und man findet sie dann unter den zu Tausenden zählenden Eiern oder Samenkörpern nur ganz vereinzelt.

Dieser Eintheilung der gesammten Leibeshöhle in zwei zu gewissen Zeiten functionell ganz verschiedene, von einander absolut getrennte Abschnitte entspricht bei den Terebelloiden auch eine locale Differenzirung ihrer Nephridien[1].

---

[1] Einem Vorschlage von Herrn Dr. H. Eisig folgend, welcher an Stelle des alten, leider sehr eingebürgerten, aber eben so unbequemen als wenig bezeichnenden Wortes »Segmentalorgan« in seiner bald erscheinenden Monographie der Capitelliden den Ausdruck »Nephridium« gebraucht, werde auch ich mich dieses letzteren von Lankester (1877, p. 429) eingeführten Terminus technicus bedienen, und zwar in rein morphologischem Sinne, ohne damit die physiologische Function der so bezeichneten Organe präjudiciren zu wollen. Schon früher hat Eisig (1878, p. 108, Anm. 1) auf den Mangel einer guten, allgemein angewandten Nomenclatur zur Bezeichnung morphologischer Begriffe von Organen oder Organsystemen hingewiesen. Da das Fehlen solcher Ausdrücke auch mir allmählich sehr fühlbar wurde, so habe ich noch eine Reihe anderer von Eisig gebrauchter zoologischer Vocabeln acceptirt — daher z. B. die Worte: Seitenlinie, Nierenkammer, Darmkammer, neural statt ventral, hämal statt dorsal etc.

Digitized by Google

Von diesen Organen, deren Gesammtzahl bei unseren Würmern stets eine verhältnismäßig geringe ist, sind die vorderen Paare, welche vermittels ihrer inneren Mündungen mit dem Hohlraume der prädiaphragmalen Segmente communiciren, in der Regel anders gestaltet, als die hinteren. Ihre Wimpertrichter sind gewöhnlich klein, während ihre schlauchförmigen, excretorischen Theile unter Umständen sehr bedeutende Dimensionen erreichen; ihnen ist vor Allem und zwar als ausschließliche Function die excretorische Thätigkeit für den ganzen Körper anheimgestellt.

Bei den Nephridien der hinteren Thoraxkammer ist im Allgemeinen der Trichter der bevorzugte Theil. Hier gelangen die Nephridialtrichter häufig zu ganz enormer Ausbildung, während die excretorischen Canalabschnitte in ihrer Entwicklung meist zurückbleiben. In Folge dessen erscheinen diese Organe ganz besonders zur Aufnahme fester Körper geeignet, welche in der Leibeshöhle umherschwimmen, und übernehmen daher die Rolle von Ausführungswegen für die Geschlechtsproducte; zu Gunsten dieser letzteren Thätigkeit tritt ihre Function als Excretionsorgane stark in den Hintergrund.

Alle Nephridien der Terebelloiden, sowohl die vorderen als die hinteren, münden im Bereiche desjenigen Körperzonites, welchem sie angehören, einzeln und unabhängig von einander nach außen; ihre Wimpertrichter haben eine intersegmentale Lage und öffnen sich stets in das nächst vorangehende Segment.

Bei allen zum genannten Formenkreise gehörigen Würmern ist das Vorkommen der Nephridien auf den Thorax beschränkt, wo sie ihrem typischen Verhalten nach angefangen vom 3. Segment in ununterbrochener Folge in einer bald größeren bald kleineren Reihe von Zoniten zu je einem Paare vorhanden sind; im 1. oder Kopfmundsegment und im 2. Zonite, so wie im ganzen Abdomen fehlen sie stets.

Sehr schön gelangt der hier skizzirte Typus des Nephridialsystems der Terebelloiden bei den echten Terebellen[1] in der Gattung

[1] Eine systematische Übersicht der im Adriatischen Meere vorkommenden genuinen Terebellen, welche die Subfam. Amphitritea Mgrn. bilden, verdanken wir MARENZELLER (1884). Der von ihm für die einzelnen Arten angewandten Namen werde ich mich in der vorliegenden Arbeit bedienen, weil sie nach chronologischem Principe festgestellt worden sind und somit die einzige Existenzberechtigung haben. Der Einfachheit wegen will ich auch die Gattungsnamen

Digitized by Google

Amphitrite und hier speciell bei *A. rubra* Risso zum Ausdruck; bei dieser Art wollen wir zunächst die Anordnung und den anatomischen Bau der Nephridien etwas genauer betrachten, um dann die verschiedenen Abweichungen, welche das uns beschäftigende Organsystem in der genannten Gruppe aufzuweisen hat, mit dem gegebenen Beispiel zu vergleichen.

A. Anatomische Beobachtungen.

1. Die Nephridien von *Amphitrite rubra* Risso.

An einem längs der Medianlinie des Rückens aufgeschnittenen und dann aufgespannten Exemplare der genannten Species (Taf. 22 Fig. 2) fallen uns vor Allem zwei Paar stark gewundene Doppelschläuche in die Augen, welche sich zu beiden Seiten des vordersten Abschnittes der Speiseröhre von der Fläche des Präparates erheben: es sind die frei in die Leibeshöhle hineinragenden, schleifenförmigen Theile der beiden ersten Nephridienpaare (*N.*^{I}*S*, *N.*^{II}*S*). Gleich hinter ihnen sieht man links (denn die rechte Seite ist vom Darmcanal bedeckt) einen ähnlichen, aber gestreckten Doppelschlauch; dieser gehört dem dritten Nephridium der betreffenden Körperhälfte an (*N.*^{III}*S*) und ist von den ersteren durch eine transversale Membran, das Diaphragma (*Da*), geschieden. Der zuletzt genannte Nephridialschlauch liegt nicht frei neben dem Ösophagus, wie jene, sondern wird durch eine Menge querer Muskelplatten (*qm*) gegen die Bauchwand des Thieres gedrückt. Außer diesen Muskelbändern spannt sich dicht unter den ersteren und in gleicher Richtung wie sie über dem dritten Excretionsschlauch eine ganze Reihe focksegelartiger halbdurchsichtiger Gebilde aus, welche sich hinten noch weiter fortsetzt und ungefähr auf einem Niveau mit dem hinteren Ende der medianen, den Wohnröhrenkitt bereitenden Bauchdrüsenmasse (*B.dr*) aufhört. Diese dreieckigen Membranen sind die oberen Lippen der hinteren Nephridialtrichter (*Tr*^{4}—*Tr*^{13}); die übrigen der Körperwand anliegenden Abschnitte der zugehörigen Nephridien sind von den Borstendrüsen (*B.B*) und deren Musculatur verdeckt. In ähnlicher Weise sind es auch die Trichter und die parietalen Partien der

---

vorläufig im Sinne MARENZELLER's acceptiren. Die übrigen Terebelloiden habe ich zum größten Theil nach MALMGREN (1865), sonst nach denjenigen Autoren, welche sie beschrieben haben, bestimmt.

Digitized by Google

gleichnamigen vorderen Organe, von denen wir hier nur die langen, schleifenförmig zusammengebogenen Schläuche zu sehen bekommen.

Die Eintheilung der Leibeshöhle.

Die verticale, membranöse Scheidewand, welche sich zwischen dem zweiten und dritten Paar der großen Nierenschläuche erhebt, theilt das sonst einheitliche Cölom des Vorderkörpers oder der Thoracalregion der Länge nach in zwei ungleich große Kammern, deren gegenseitige Beziehungen sowohl durch die distale und proximale Anheftung als durch den anatomisch-histologischen Bau der ersteren bedingt sind.

Dieses Diaphragma (Taf. 22 Fig. 2; Taf. 23 Fig. 1 *Da*) ist bei *A. rubra* mit seinem Außenrande in der unteren Körperhälfte auf der Grenze zwischen dem 4. und 5. Segment[1] an der Leibeswand befestigt; im Bereiche der hämalen Längsmusculatur aber weicht es von dieser Segmentgrenze ganz plötzlich und recht bedeutend nach hinten ab, so dass der obere Bogen seiner parietalen Insertionslinie in der Mitte des Rückens bis in das 7. Zonit reicht. In der gleichen Richtung sackt sich der centrale Theil des Diaphragmas aus, indem sich dessen proximale Anheftung um den Ösophagus herum ungefähr im 6. und dessen Befestigung am vorderen Ende des Rückengefäßes (*V.d*) noch weiter zurück im 8. Körpersegment befindet.

Abgesehen hiervon bildet dieses Septum bei *A. rubra* zu beiden Seiten der Speiseröhre noch je zwei nach hinten gerichtete, ziemlich weite, musculöse Aussackungen, ein Paar neurale und ein Paar hämale Diaphragmasäcke (*Da.S'*, *Da.S''*); sie sind nach dem vorderen Thoracalraume hin offen, und ihre Dimensionen so wie die Durchsichtigkeit ihrer Wandungen wechseln mit ihrem jeweiligen Contractionszustande[2].

---

[1] Als 1. Segment bezeichne ich überall das Kopfmundsegment. Danach würde bei den Terebellen das erste kiementragende das 2. Segment sein, etc.

[2] Die vier Diaphragmasäcke beschreibt auch Cosmovici (1879—1880, p. 275. Taf. 22 Fig. 1, 3) für »*Terebella gigantea*«. Seiner Darstellung nach sollen sie sich nach hinten öffnen und nach vorn blindsackartig vorspringen; diese Lage ist nicht normal, sondern hängt von der Behandlung des Objectes während der Präparation ab. Über die Function dieser musculösen Gebilde weiß Cosmovici nichts zu sagen; meiner Meinung nach sind es Vorrichtungen, deren sich unsere Würmer beim lebhaften Spiel der Kopftentakel und Kiemen bedienen, um die Leibesflüssigkeit behufs Streckung der genannten Organe in die letzteren einzutreiben, ohne dass der Hautmuskelschlauch dabei in Action zu treten braucht.

Digitized by Google

Histologisch besteht das Diaphragma aus zwei Peritonealblättern, einem vorderen und einem hinteren, welche eine mittlere Schicht in den verschiedensten Richtungen sich kreuzender, einfacher, kernhaltiger Muskelfasern zwischen sich einschließen und nach allen Seiten hin in die allgemeine, peritoneale Auskleidung der Leibeshöhle continuirlich übergehen.

Der vor dem Diaphragma befindliche Cölomabschnitt, der vordere Thoracalraum, umfasst somit bei *A. rubra*, wo vorn weiter keine transversalen Scheidewände vorhanden sind, die Höhlen des Kopfmundsegmentes und der drei folgenden, kiementragenden Zonite, durch die bezüglichen Ausbuchtungen und Aussackungen des Diaphragmas, unter der Rückenwand, gegen das Rückengefäß, um den Darm herum und zu beiden Seiten desselben, erhält er einen entsprechenden Raumzuschuss nach hinten und steht mit allen hohlen Körperanhängen dieser Region (Oberlippe, Kopftentakel, Kiemen und erstes Paar Borstenhöcker) in offener Verbindung.

Der bei Weitem umfangreichere, hintere Thoracalraum beginnt mit dem 5. Segment und setzt sich nach hinten eine ziemliche Strecke weit bis in die sog. Schwanzregion hinein ununterbrochen fort, indem bei dieser Art die regelmäßige Reihe der intersegmentalen Dissepimente nicht gleich beim ersten Abdominalzonite, sondern erst viel weiter anfängt; durch scharf umschriebene Öffnungen in diesen Septen communicirt der hintere Cölomtheil des Thorax mit allen Segmenthöhlen des Hinterkörpers.

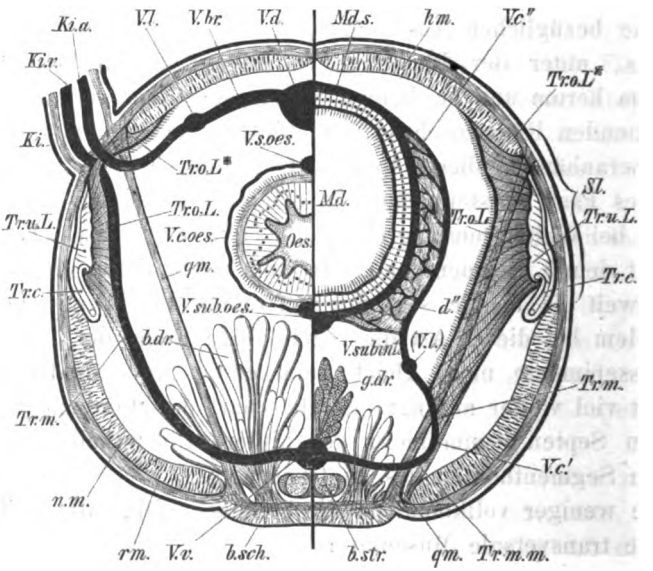
Eine weniger vollkommene Eintheilung erfährt die Leibeshöhle durch die transversale Musculatur.

Von den Quermuskeln (Taf. 22 Fig. 2, Holzschn. 1, 2 *qm*), welche platte, schmale, vom Peritoneum überzogene Bänder vorstellen, kommt eine ganz bestimmte Anzahl Paare auf jedes Zonit, die von der resp. Länge des letzteren abhängig ist. Sie sind sowohl im Vorder- als auch im Hinterkörper vorhanden und bilden jederseits eine continuirliche Reihe, welche im postoralen Theile des Kopfmundsegments beginnt. Ihre mediane Insertion haben sie an der Körperwand zu beiden Seiten des Bauchmarks und sind lateral im oberen Theile der rechten und linken Seitenlinie befestigt. Zusammengenommen bilden die Quermuskeln ein Paar zur Sagittalebene schräg gestellte Leitern, deren Sprossen sehr nah an einander gerückt sind.

Der mittlere von den drei auf diese Weise im Bereiche eines jeden Körperringes entstehenden Längsräumen enthält als Haupt-

Digitized by Google

organsystem den betreffenden segmentalen Abschnitt des Verdauungscanals und kann als mediane oder Darmkammer der Leibeshöhle bezeichnet werden (Holzschn. 1, 2). Nach unten wird diese begrenzt von dem neuralen Integumentstreifen, welchem das Bauchmark aufliegt, und von den beiderseitigen Systemen der transversalen Muskelbänder, nach oben von den beiden in der Mittellinie des Rückens zusammenstoßenden, hämalen Längsmuskelfeldern. Sie enthält außer dem Darmcanal und dem Bauchstrang die Hauptlängsstämme des Gefäßsystems, die medianen Partien der Bauchdrüsen-



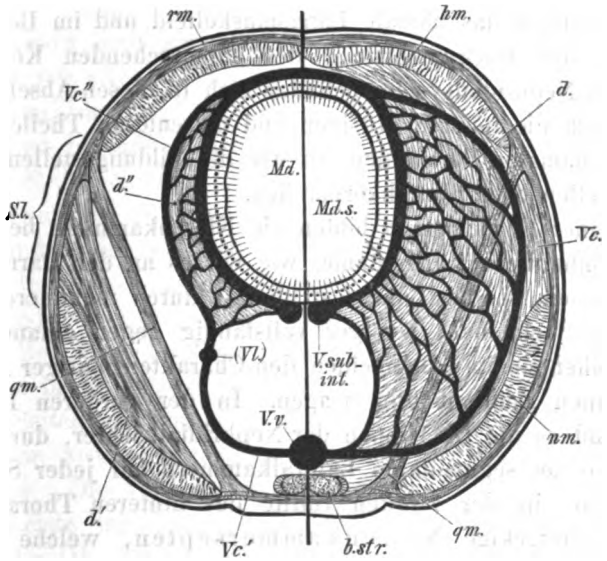
Holzschnitt 1. Schematisches Diagramm durch den Vorderkörper von *Amphitrite rubra*, links auf dem Niveau eines vorderen, rechts eines hinteren Nephridialtrichters. Die Nephridialschläuche sind nicht eingetragen, die Wimpertrichter mit ihren Öffnungen uns zugewandt. *V. br.* und *V. d.* liegen nicht in der Ebene der Abbildung.

b.dr Bauchdrüse, *b.sch* Bauchschild, *b.str* Bauchstrang, *d* Dissepiment, *d'* Nierenkammerseptum, *d''* Darmkammerseptum, *g.dr* Geschlechtsdrüse, *hm* hämale Längsmusculatur, *Ki* Kieme, *Ki.a* Kiemenarterie, *Ki.v* Kiemenvene, *Md* Mitteldarm, *Md.s* Darmsinus, *nm* neurale Längsmusculatur, *Oes* Oesophagus, *qm* Quermuskel, *rm* Ringmuskelschicht, *Sl* Seitenlinie, *Tr.c* Trichtercanal, *Tr.m* Trichtermembran, *Tr.m.m* Muskelfasern, welche die obere Trichterlippe spannen, *Tr.o.L* Oberlippe des Wimpertrichters, *Tr.o.L''* in die Darmkammer vorspringende Partie derselben, *Tr.u.L* Unterlippe des Trichters, *V.br* Verbindungsgefäß zwischen *Vd* und *Vl*, *Vc* distales Ringgefäß, *V.c'*, *V.c''* untere, obere Bogenhälfte eines solchen, *V.c.oes* circumoesophageale Blutbahnen, *V.d* Rückengefäß, *Vl*, (*Vl*) vorderes, hinteres Seitengefäß, *V.subint* unteres Darmgefäß, *V.s.oes*, *V.suboes* oberes, unteres Ösophagealgefäß, *Vv* Bauchgefäß.

masse und im hinteren Thoracalraum die Genitaldrüsen; in gewissen Fällen, wie z. B. vor dem Diaphragma bei *A. rubra*, auch noch die freien, inneren Enden der Nierenschleifen.

Digitized by Google

Die Darmkammern der einzelnen Zonite sind in beiden Thoracalräumen zu je einem einheitlichen Ganzen verschmolzen, da vollständige intersegmentale Scheidewände mit Ausnahme des Diaphragmas hier fehlen; nur in der Mitteldarmregion springen an beiden Seiten des Darmes metamere, dreieckige Membranen, welche mit reichlich verzweigten Blutbahnen ausgestattet sind und von transversalen Ringgefäßen (*V. c''*) gehalten werden, gegen die Leibeshöhle vor (Taf. 22 Fig. 2; Taf. 23 Fig. 1 *D''*, Holzschn. 1, 2 *d''*). Diese Gebilde können wir Darmkammersepten nennen; sie be-



Holzschnitt 2. Schematisches Diagramm, links durch die hintere Region des Thorax von *Amphitrite rubra*, rechts durch das Abdomen von *A. variabilis*.

stehen aus einem vorderen und einem hinteren Peritonealblatt mit dazwischen eingeschlossenen, einfachen Muskelfasern.

Im Hinterkörper, wo die einzelnen Segmente durch die regelmäßigen abdominalen Dissepimente von einander geschieden sind, bilden auch die Darmkammern eine entsprechende Anzahl gesonderter Hohlräume, welche bei *A. rubra* durch je ein paar seitliche, dicht über den distalen Enden der Quermuskeln gelegene, bei *A. variabilis* Risso dagegen durch einen einzigen medianen, zwischen Darm und Bauchmark befindlichen Ausschnitt in den Septen mit einander in Verbindung stehen (Holzschn. 2 rechte Seite *d*).

Im Bereiche des ganzen Mitteldarmes, also im hinteren Thoracal-

Digitized by Google

raum und im Schwanzende, zerfallen schließlich die Darmkammern noch in eine rechte und eine linke Hälfte; diese Eintheilung wird durch hämale, unpaare und neurale, paarige Aufhängemuskeln des Darmes (Taf. 22 Fig. 2 *h.Mr.m*, *n.Mr.m*) bedingt.

Die beiden seitlichen Theilräume der Leibeshöhle, welche in jedem Zonite unterhalb oder richtiger nach außen von den Quermuskeln zu liegen kommen, enthalten stets die Nephridien, wo solche vorhanden sind, und mögen daher laterale oder Nierenkammern des Cöloms heißen (Holzschn. 1, 2). Ihre Begrenzung bilden nach oben und innen das System der transversalen Musculatur, nach unten und außen das hämale Längsmuskelfeld und im Bereiche der Seitenlinie der Integumentstreif der entsprechenden Körperhälfte. Außer dem Nephridialsystem befinden sich in diesen Abschnitten des Cöloms noch die inneren drüsigen und musculösen Theile der neuralen und hämalen Parapodien, so wie die Bildungsstellen der lymphoiden Zellen oder Lymphkörperchen.

In keiner Körperregion bilden die Nierenkammern bei *A. rubra* derartig einheitliche Längsräume, wie wir es an den Darmkammern gesehen haben, sondern sind fast überall durch metamere Scheidewände bald mehr bald weniger vollständig gegen einander abgegrenzt, woher sie im Allgemeinen den Charakter paariger Abschnitte der einzelnen Zonitenhöhlen tragen. In der vorderen Partie des Thorax sind es die Oberlippen der Nephridialtrichter, durch welche die Bezirke der segmentalen Lateralkammern auf jeder Seite markirt werden, in der zweiten Hälfte des hinteren Thoracalraumes besondere dreieckige Nierenkammersepten, welche mit zwei parietalen Kanten an der neuralen Musculatur und der Seitenlinie befestigt sind (Taf. 22 Fig. 2; Taf. 23 Fig. 1 *D'*, Holzschn. 2, linke Seite *d'*); sie entsprechen als distale Gegenstücke den proximalen Darmkammersepten und haben denselben Bau wie diese, nur fehlen ihnen die Gefäße.

Die Nierenkammern der abdominalen Segmente, welche nicht mehr zum hinteren Thoracalraum gehören, sind durch die hier vorhandenen echten Dissepimente auf jeder Seite vorn und hinten vollkommen abgeschlossen (Holzschn. 2, rechte Seite).

Die Darmkammer und die beiden Nierenkammern communiciren im ganzen Körper mit einander durch die intermusculären Spalten des rechten und linken Quermuskelsystems.

Mit der Eintheilung der thoracalen Leibeshöhle der Länge nach in zwei durch das Diaphragma von einander geschiedene Abschnitte

Digitized by Google

steht, wie dessen oben schon gedacht wurde, das Auftreten der Nephridien unter zwei verschiedenen Formen im engsten Zusammenhange.

Die vorderen Nephridien.

Als solche bezeichne ich diejenigen Organe, welche vermittels ihrer Wimpertrichter in den vorderen Thoracalraum münden. Von ihnen hat *A. rubra* drei Paare, die alle darin übereinstimmen, dass ihre schleifenförmig zusammengebogenen Schlauchtheile außerordentlich stark entwickelt, ihre Wimpertrichter dagegen unverhältnismäßig klein sind.

Das erste und zweite Paar der vorderen Nierenorgane befinden sich mit allen ihren Theilen vor dem Diaphragma, im vorderen Thoracalraume selbst; sie gehören dem 3. und 4. Segmente an und sind in ihrem Baue einander vollständig gleich (Taf. 22 Fig. 2 $N^{I}S$, $N^{II}S$; Taf. 23 Fig. 1 N^{I}, N^{II}).

Die inneren Mündungen oder Wimpertrichter dieser Nephridien befinden sich im Bereiche der Seitenlinie auf der Grenze zwischen dem 2.—3. und 3.—4. Körperzonite.

Ein jeder von den zwei vordersten Trichtern (Taf. 22 Fig. 6 Tr^{II} und Holzschn. 1, linke Seite) hat die Gestalt einer Rinne, welche mit ihrem Rücken der Körperwand zugekehrt ist und quer über die Seitenlinie von oben nach unten hinzieht; begrenzt wird dieselbe von zwei ungleichen, gegen die Leibeshöhle vorspringenden Lippen. Die vordere oder Unterlippe (*Tr. u. L*) stellt eine niedrige Leiste mit freier, abgerundeter Kante vor, während die hintere oder Oberlippe (*Tr. o. L*) etwa noch einmal so hoch als die erstere und an der entsprechenden, dicht vor und einwärts vom Trichterapparate vorbeigehenden Kiemenvene (*Ki. v*) befestigt ist. Die Oberlippe hat einen mehr membranösen Charakter; an ihr lassen sich drei Abschnitte unterscheiden, von denen die beiden obersten leicht gerippt und etwas weniger durchscheinend sind, der untere aber ganz durchsichtig ist. Den letzteren Theil nenne ich Trichtermembran (*Tr. m*). Der mittlere reicht bis an die obere Grenze der Seitenlinie, der oberste (*Tr. o. L**) befindet sich oberhalb dieser und heftet sich mit seiner Außenkante an der hämalen Längsmusculatur an. Noch vor der unteren Grenze der Seitenlinie lehnt sich die bis hierher freie Kante der Unterlippe an die Oberlippe an und verwächst mit ihr, wodurch ein verhältnismäßig enges Rohr, der Trichtercanal (*Tr. c*), entsteht, welcher nach kurzem Verlauf im

Digitized by Google

Bereiche des neuralen Längsmuskelfeldes in den folgenden, sich rasch erweiternden Schlauchabschnitt des Nephridiums übergeht.

Da die Oberlippen der Wimpertrichter sich mit ihrer einwärts gerichteten oberen Kante nach vorn beugen, so überdachen sie die viel schmäleren Unterlippen und die schräg nach vorn und innen schauenden, spaltförmigen Eingangsöffnungen der Nephrostomen. Diese Lagebeziehungen rechtfertigen die Bezeichnung der beiden Lippen als »obere« und »untere«.

Außer der eben beschriebenen Abweichung von der Transversalebene der Zonitgrenzen, welchen die Nephridialtrichter angehören, zeigen diese noch eine andere in Folge ihrer schiefen Stellung zur Längsachse des Körpers. Die Trichterrinne befindet sich nämlich nur mit ihrem unteren Ende auf der insegmentalen Grenzlinie, während das obere Ende nach vorn abweichend schon im nächst vorangehenden Zonite liegt und hier dicht hinter der Kiemenbasis befestigt ist. In entgegengesetzter Richtung lenkt der Trichtercanal in das auf die Segmentgrenze folgende Zonit ab, welchem auch der entsprechende Nephridialschlauch angehört, und zwar stärker als die Rinne, woher diese beiden Theile des Trichters einen stumpfen Winkel mit einander bilden und die Segmentgrenze schneidend in zwei verschiedenen, benachbarten Körperringen zu liegen kommen (Taf. 22 Fig. 6 Tr^{II}).

Der größte Theil des Wimpertrichters befindet sich im Bereiche der Nierenkammer, nur der ganz kleine, oberste Abschnitt der Oberlippe ragt in die Darmkammer hinein, wo er sich über die benachbarten Quermuskeln ein wenig nach hinten überlegt und an der hämalen Längsmusculatur inserirt (Holzschn. 1).

Im frischen Zustande ist der ganze Trichterapparat farblos.

Der folgende Abschnitt der beiden ersten vorderen Nephridienpaare erweitert sich fast plötzlich zu einem Rohre von recht ansehnlichem Durchmesser — er möge Nephridialschlauch getauft sein (Taf. 22 Fig. 6 $N.^{II}S$).

Dieser Theil zeichnet sich bei *A. rubra* durch eine beträchtliche Länge aus und bildet eine frei in die Leibeshöhle hineinragende Schleife, deren Schenkel einander fest anliegen. Der Innenschenkel, ich meine denjenigen, welcher an den Trichtercanal unmittelbar angrenzt, ist etwas dünner als der andere, hat ein ziemlich gleichmäßiges Lumen und eine glatte Oberfläche; Anfangs geht er quer über die neurale Längsmusculatur bis zur halben Breite derselben hin, worauf er sie verlässt und sich fast senkrecht zu ihr

Digitized by Google

aufrichtet. Der durchweg dickere Außenschenkel hat eine weniger glatte, stellenweise sogar runzelig erscheinende Oberfläche; indem er den ersteren begleitet, befindet auch er sich mit jenem vereint zum größten Theile frei in der Leibeshöhle, und nur ein kleiner, distaler Abschnitt liegt der Körperwand im Bereiche der oberen Hälfte des Bauchmuskelfeldes und der unteren Partie der Seitenlinie fest an. Mit diesem Ende entfernt sich der äußere Schleifenschenkel von der inneren und wendet sich der hinteren Grenze des betreffenden Segmentes zu; hier erweitert er sich zuerst und wird zugleich flacher. Gegen den Rücken aufsteigend verengert sich dann der Canal sehr rasch und versenkt sich in der Mitte der Seitenlinie dicht hinter der Parapodialebene mit engem Lumen in das Integument, wo er mit seinem Ausmündungscanale zusammentrifft.

Von den zwei Paar ersten Nephridialschläuchen befinden sich nur die parietalen Enden der Innen- und Außenschenkel in den Nierenkammern und hier in demjenigen Segmente, welchem das betreffende Organpaar angehört, also je im 3. und 4. Zonite; der weitaus größte Theil der Schleifen aber, welche zwischen den Quermuskeln hindurchtreten, liegt in der Darmkammer, wo sie unter mannigfaltigen Windungen und Verschlingungen fast den ganzen vom Ösophagus übrig gelassenen Raum vor dem Diaphragma ausfüllen (Taf. 23 Fig. 1). Ihre Krümmungen und gegenseitigen Lagebeziehungen innerhalb dieses Cölomabschnittes verändern die Nierenschläuche in Folge der Bewegungen des Thieres fortwährend; daher erscheinen sie bald unter einander verschlungen, bald die Speiseröhre oder die größeren Gefäße umgreifend und mit diesem oder jenem Theile in die Aussackungen des Diaphragmas hineinragend. Fast immer befinden sich Theile der Schleifen in der oberen, hinteren Fortsetzung des vorderen Thoracalraumes.

Die Färbung der Nierenschläuche ist im Leben ein ins Bräunliche spielendes Orangeroth, welches am ganzen Innenschenkel sehr viel dunkler ist als am äußeren; gegen sein distales Ende wird der letztere beinah farblos, und seine Wandungen lassen das weite Lumen desselben ein wenig durchschimmern.

Die äußeren Mündungen dieser Nephridien sind kleine, runde Öffnungen, welche sich auf dem Gipfel kurzer, schornsteinförmiger Papillen befinden (Taf. 22 Fig. 8; Taf. 23 Fig. 1). Vom Nephridialporus aus geht in der Achse des Porophors ein enger Ausmündungscanal nach innen, welcher sich innerhalb der Ring-

Digitized by Google

muskelschicht des Körpers mit seinem Nierenschlauche verbindet (Taf. 25 Fig. 3 $N.^{I}P$, $N.^{I}A.C$, Fig. 7 $N.^{I}A.C$).

Die Ausmündungspapillen liegen jederseits in der Mitte der Seitenlinie und für jedes der beiden Nephridienpaare im hinteren Theile des entsprechenden Segments, wo sie mit ihrer Spitze nach vorn gerichtet sind. Die beiden Porophore des ersten Paares befinden sich dicht unter dem zweiten Kiemenpaare, diejenigen des zweiten unter dem dritten Kiemenpaare, allein zwischen die letzteren und die betreffenden Papillen schiebt sich etwas vor dieser Querebene gelegen das erste Paar Borstenbündel ein.

Seiner Größe und seinem Bau nach stimmt das dritte Paar der vorderen Nephridien mit den beiden vorhergehenden im Allgemeinen überein; es unterscheidet sich von ihnen hauptsächlich nur durch die Beziehungen seiner inneren Mündungen zum Diaphragma (Taf. 22 Fig. 2 $N.^{III}S$; Taf. 23 Fig. 1 $N.^{III}$).

Der Trichter eines solchen Organs durchsetzt das genannte Septum in der Weise, dass die offene Rinne mit ihren beiden Lippen vor, der Trichtercanal hinter demselben zu liegen kommt (Taf. 22 Fig. 6 Tr^{III}). Ähnlich wie beim ersten und zweiten Paare entfernt sich wiederum das obere Ende der Trichterrinne von der intersegmentalen Grenzlinie, auf welcher sich in der neuralen Körperhälfte dissepimentartig die transversale Scheidewand erhebt, und befestigt sich in der Nähe der inneren Kiemenhöhlenöffnung am unteren Theile der Längsmusculatur des Rückens. Die Trichtermembran ist hier etwas größer wie dort, so dass sie sich zwischen der dritten Kiemenvene ($Ki.^{III}v$) und der basalen Partie des Diaphragmas ausspannt.

Die eigentliche Trichteröffnung befindet sich demnach im Bereiche des 4. Zonites und damit im vorderen Thoracalraum, alle übrigen Theile dieses Nierenorgans sind postdiaphragmal gelegen und gehören somit dem hinteren Thoracalraume an (Taf. 23 Fig. 1 N^{III}).

Die beiden zugehörigen Nephridialschläuche, welche ungefähr die Form und Länge der vorderen haben, sind fast immer gestreckt und bleiben in der Regel parallel der Längsachse des Wurmes in den Nierenkammern liegen (Taf. 22 Fig. 2 $N.^{III}S$), nur äußerst selten zwängen auch sie sich zwischen den Quermuskeln durch und gerathen so mit dem freien Schleifenende in die Darmkammer. Dem Integument fest anliegend sind wiederum nur die parietalen Enden der Innen- und Außenschenkel, und dieser letztere

Digitized by Google

spitzt sich im hinteren Abschnitte des 5. Zonites zu, um dicht hinter der Hakendrüse, dem inneren Theile des neuralen Parapodiums, etwas höher als diese in den Hautmuskelschlauch einzudringen (Taf. 22 Fig. 6).

Die beiden äußeren Mündungen des dritten Nephridienpaares zeigen das nämliche anatomische Verhalten wie die vorhergehenden (Taf. 25 Fig. 8 $N.^{III}$ P). Die nach vorn gerichteten, kegelförmigen Porophore (Taf. 22 Fig. 8 $N.^{III}$ P; Taf. 23 Fig. 1) liegen dicht hinter und zwischen dem zweiten Paar der hämalen Borstenhöcker und dem ersten Paare der neuralen Hakenwülste.

Die hinteren Nephridien.

Sie befinden sich alle im hinteren Thoracalraum und zeichnen sich durch den Besitz großer Wimpertrichter aus, während ihre Nephridialschläuche nur wenig entwickelt sind. Von solchen Organen hat *A. rubra* neun bis elf Paar (Taf. 23 Fig. 1 N^4—N^{14}).

Die Trichter, resp. deren große, segelartig ausgespannte Oberlippen, sind das Erste, was man bei der Präparation von den hinteren Nephridien zu sehen bekommt (Taf. 22 Fig. 2 Tr^4—Tr^{13}); entfernt man die transversale Musculatur, so gelangen auch ihre übrigen Theile zur Anschauung (Taf. 22 Fig. 7). Die Trichterapparate dieser Organgruppe setzen sich aus denselben Bestandtheilen zusammen, wie diejenigen der vorderen Paare: sie haben eine Rinne, eine Ober- und Unterlippe und einen Trichtercanal, nur sind die gegenseitigen Größenverhältnisse dieser Theile hier andere als dort (vgl. Holzschn. 1). Die Trichterrinne der hinteren Nephridien ist länger und erstreckt sich von der oberen bis zur unteren Grenze der Seitenlinie; der Trichtercanal dagegen ist bedeutend kürzer und seiner Richtung nach der Längsachse des Körpers fast parallel (Taf. 22 Fig. 7). Die Unterlippe ist auch länger und zugleich höher, wobei sie sich mit ihrer freien Kante gegen die Rinne hin einbiegt (*Tr.u.L*), was deutlich zu erkennen ist, wenn man die obere Trichterlippe von ihrer medianen Anheftungsstelle ablöst und zurückschlägt (Taf. 22 Fig. 6 $Tr.^4u.L$).

Eine besondere Beachtung verdient aber die Oberlippe, welche von allen Theilen eines hinteren Wimpertrichters am stärksten ausgebildet ist (Taf. 22 Fig. 7 *Tr.o.L*). Sie hat ungefähr die Länge der Quermuskeln und die Gestalt eines medianwärts spitz zulaufenden, unregelmäßigen Drei- oder Vierecks, welches zwischen der

Digitized by Google

Seitenlinie und der Bauchdrüse quer über das neurale Längsmuskelfeld frei ausgespannt ist. Die Oberlippe hat eine membranöse Beschaffenheit, ist gerippt, und ein kleiner ganz durchsichtiger Abschnitt am spitzen Ende entspricht der Trichtermembran (*Tr. M*) der vorderen Nephrostomen; ähnlich wie diese ist sie mit dem unteren Bogenstücke eines transversalen Ringgefäßes (*V. c'*) befestigt, jedoch nicht mit der freien oberen Kante, sondern mit dem medianen Ende ihrer Trichtermembran. Ein kleiner, faltiger Lappen am oberen Theile der Lippe ist auch wieder über die Quermusculatur nach hinten zurückgeschlagen und legt sich dem hämalen Längsmuskelfelde fest an (*Tr. o. L**). Die untere der Bauchwand des Thieres zugekehrte Kante ist geschwungen, verdickt, und endet am Trichtercanal mit einem unregelmäßig kolbenartigen Wulst; zwischen ihr und der neuralen Längsmusculatur bleibt ein spaltförmiger Zwischenraum frei. Die obere Lippenkante ist gerade und befindet sich auf gleicher Höhe mit den Quermuskeln. Aus dem unteren Ende der Trichtermembran treten feine Muskelbündel hervor, welche bis dahin in den Rippen der Oberlippe verliefen und diese anziehend sich nun in der Nähe der medianen Insertion der Quermuskelbänder an der Haut anheften (Holzschn. 1, rechte Seite, *Tr. m. m*).

In Folge der schiefen Stellung, welche die Trichterrinnen auch im hinteren Thoracalraume zu den betreffenden intersegmentalen Querebenen einnehmen, befinden sich die eigentlichen Trichter mit ihren Lippen zum größten Theile immer schon im Bereiche eines Segmentes, welches demjenigen der zugehörigen Nephridialschläuche vorangeht. Aus demselben Grunde neigen sich die Oberlippen mit ihrer oberen, freien Kante nach vorn.

Frisch betrachtet erscheinen auch die hinteren Wimpertrichter farblos.

Die Nephridialschläuche der postdiaphragmalen Organe sind ganz auf die Nierenkammern beschränkt (Taf. 22 Fig. 7). Sie erscheinen in Gestalt kleiner dreieckiger Körper mit nach hinten gerichteter Spitze, welche der Körperwand auf der Grenze zwischen Seitenlinie und Bauchmuskelfeld aufliegend, kaum so lang sind als die halbe Länge der Segmente in der entsprechenden Leibesregion; eine leichte, kurze Längsfurche auf der freien Oberfläche deutet ihre Zusammensetzung aus zwei zur Schleife zusammengelegten Schenkeln an. Der Innenschenkel (*N. i. S*) ist nicht viel dicker als der angrenzende Trichtercanal, ist kurz und biegt an der hinteren Spitze in den Außenschenkel (*N. a. S*) um, welcher

Digitized by Google

längs dem ersteren nach vorn zurückgehend in dieser Richtung etwas weiter wird, dann plötzlich nach oben abbiegt und sich auf einmal verengert, bevor er in der Mitte der Seitenlinie hinter den inneren Theilen der neuralen und hämalen Parapodien (*H.dr.*, *B. B*) in den Hauptmuskelschlauch eindringt.

Die hintere Schleifenspitze eines jeden Nephridialschlauches wird bei nicht zu starker Streckung des Thieres von der Oberlippe des nächstfolgenden Trichters überragt.

Die Färbung der Schläuche ist in beiden Schenkeln gleich dunkel, bräunlich-orange, ungefähr so wie an den Innenschenkeln der vorderen Paare.

Die äußeren Mündungen der hinteren Nephridien befinden sich auf runden, knopfförmigen Papillen (Taf. 22 Fig. 8; Taf. 23 Fig. 1); von diesen Öffnungen gehen kurze, enge Ausmündungscanäle durch die Leibeswand zu den distalen Enden der Nephridialschläuche (Taf. 25 Fig. 12 *N.P*). Die Lage der Porophore im betreffenden Zoniten ist genau dieselbe wie beim dritten, vorderen Nephridienpaare.

Hervorzuheben wäre die Unbeständigkeit der zwei Paar letzten Nephridien des hinteren Thoracalraumes. An ihnen kommen häufig Anomalien vor, indem bald die Trichter, bald die Schläuche nicht vollkommen entwickelt sind oder ganz fehlen; manchmal sind die bezeichneten Organe nur auf einer Seite vorhanden, und in einzelnen Fällen hat das 16. und auch das 15. Segment gar keine Nephridien.

Zur weiteren Orientirung über die Lagebeziehungen der vorderen und hinteren Nephridien so wie ihrer verschiedenen Theile zu einander mögen die auf Taf. 25 befindlichen topographischen Schnittbilder dienen (Fig. 1—12).

Histologie der Nephridien.

Schon die makroskopische Betrachtung ließ auf eine Verschiedenheit der Haupttheile in Bezug auf ihren feineren Bau sowohl bei den vorderen als bei den hinteren Nephridien schließen: die Trichter erschienen überall farblos, die Nephridialschläuche dagegen gefärbt. Bei der directen Präparation entzogen sich die kurzen Ausmündungscanäle der Beobachtung und konnten, da sie ihrer ganzen Länge nach innerhalb der Leibeswand verlaufen, nur an Schnittpräparaten demonstrirt werden; die intimen Beziehungen zum Inte-

Digitized by Google

gument lassen auch für diese Abschnitte ein differentes, histologisches Verhalten vermuthen. Die mikroskopische Untersuchung bestätigt diese Voraussetzung, indem das Epithel eines jeden Abschnittes seinen specifischen histologischen Charakter hat: die innere Zelllage des Trichterapparates zeichnet sich durch eine überaus starke Bewimperung aus, diejenige des Nephridialschlauches durch ihre festen und flüssigen Einlagerungen, von welchen die Pigmentirung dieses Organtheiles abhängig ist, und die Wandungen des Ausmündungscanales schließen sich in ihrer Structur der Hypodermis an; eine Auskleidung mit Flimmerhaaren zeigen auch die beiden letztgenannten Canalabschnitte, wo sie jedoch viel schwächer ist als im ersten.

Das Trichterepithel (Taf. 27 Fig. 26) ist durchweg pigmentfrei. Die Zellen haben ein feinkörniges Protoplasma, welches im basalen Theile derselben ganz hell ist und gegen das cilientragende Ende zu dunkler wird; am gefärbten Schnitte erscheint daher das helle Epithel mit einem dunklen Saume versehen. Die Zellkerne sind oval, enthalten gröbere Kernchen und färben sich bei der Tinction sehr stark. Die Gestalt der Zellen und ihre Bewimperung ist in den einzelnen Abschnitten des Trichterapparates eine verschiedene.

Das Epithel der Unterlippe (*Tr.*[1] *u. L*) besteht aus hohen, schmalen Cylinderzellen, deren Kerne aufrecht gestellt sind und sich ungefähr in der mittleren Höhe der Zellkörper befinden; der dunklere Saum an der bewimperten Oberfläche, welche im Allgemeinen glatt und eben ist, geht allmählich in den helleren basalen Plasmatheil über. Die Cilien sind verhältnismäßig kurz und dicht gedrängt; die Bewegung, welche sie im Leben ausführen, ist gegen die Trichterrinne hin gerichtet.

Das Epithel der Oberlippe (*Tr.*[1] *o. L*), der Rinne (*Tr.*[1] *R*) und des Trichtercanals ist bedeutend flacher und setzt sich aus niedrigen, breiten Zellen zusammen, bei welchen die liegenden Kerne sich mehr der inneren Oberfläche nähern; der entsprechende Saum der Zellschicht ist hier dunkler als bei der Unterlippe und sticht daher mehr vom übrigen Protoplasma ab. Gegen das Trichterlumen sind die einzelnen Zellkörper vorgewölbt, woher diese Fläche des Epithels uneben ist. Die Wimperhaare sind sehr lang, geißelförmig und stehen weniger dicht bei einander als im vorhergehenden Abschnitt; sie sind alle nach innen und gegen das hintere Ende des Trichtercanals gerichtet, schlagen sehr stark und bilden zusammen

Digitized by Google

eine sogenannte Wimperflamme[1]. So verhalten sich die Cilien dieses Epithels bei einem vorderen Wimpertrichter; bei den hinteren Organen ist die Bewimperung auf der ganzen Vorderseite der großen, oberen Trichterlippen viel kürzer und dichter und hat nur am Rinnenboden und im Canaltheile die beschriebene Beschaffenheit.

Auf der Grenze zwischen Unterlippe und Rinnenboden gehen die beiden Epithelarten ziemlich unvermittelt in einander, an den freien Kanten der Unter- und Oberlippe und im Bereich der Trichtermembran allmählich in das Peritoneum über; gegen den Nephridialschlauch aber setzt sich das Trichterepithel ganz scharf ab.

An ihrer äußeren dem Cölom zugewandten Oberfläche sind die Nephrostomen von der dünnen, mit ovalen, flachen Kernen versehenen Peritonealmembran (*P.M*) überzogen, welche sich überall hin in die allgemeine, peritoneale Auskleidung der Leibeshöhle continuirlich fortsetzt; so liegt das Wimperepithel des Trichterapparates an der Außenseite der Unterlippe, der Rückseite der Oberlippe und am größten Theile des Trichtercanals mit seiner basalen Fläche dem Peritoneum fest an.

Bei *Polymnia nebulosa* Mont. — dieser Species ist die histologische Abbildung (Taf. 27 Fig. 26) entnommen, sie kann jedoch, abgesehen von einzelnen, unwesentlichen Details eben so gut für *Amphitrite rubra* gelten — entbehrt der Rinnenboden und die Außenseite des Trichtercanals des peritonealen Überzuges, indem an diesen Stellen die Epithelzellen im Bereiche der Seitenlinie der Ringmuskelschicht und weiter nach unten der neuralen Längsmusculatur (*nm*) des Körpers direct aufsitzen. Anders ist es bei *A. rubra*, wo die betreffenden Theile der Wimpertrichter der Leibeswand nicht so fest anliegen (Taf. 25 Fig. 5, 6, 9, 10). Hier treten die beiden Peritoneallamellen von der Ober- und Unterlippe so wie von beiden Seiten des Trichtercanals am Rücken der Rinne und dem entsprechenden Theile des Rohres zusammen, bilden ein sehr schmales, zweiblätteriges Mesenterium, durch welches der Trichter am Integument befestigt ist,

---

[1] Diese Erscheinung lässt sich sehr schön an jungen noch durchsichtigen Thieren unter Anwendung einer angemessenen Pression beobachten (Taf. 27 Fig. 17). Gewöhnlich erhält man dabei den Eindruck, als wäre es eine Membran, die sich wellenförmig bewegt; ist das Würmchen jedoch dem Absterben nahe, so wird das Wimperspiel schwächer, und man sieht dann deutlich, wie sich die Cilien nunmehr einzeln ganz langsam gegen das obere Ende der Trichterrinne hin biegen und etwas schneller in entgegengesetzter Richtung zurückschlagen.

Digitized by Google

und gehen dann erst sich wieder von einander trennend nach vorn und hinten auf die Körperwand über.

Eine andere Stelle, wo das Trichterepithel bei beiden Arten dem Hautmuskelschlauche direct aufliegt, ist das obere Ende des Rinnenbodens und das obere, an die hämale Längsmusculatur zurückgeschlagene Läppchen der Oberlippe, mit welchem die letztere in die Darmkammer hineinragt.

Zu erwähnen wäre noch, dass die sog. Trichtermembran (Taf. 27 Fig. 26 *Tr.*^{I}*M*) aus zwei Peritoneallamellen besteht, welche in die Wandungen der betreffenden Kiemenvene (*Ki.*^{I}*v*) oder eines unteren Bogengefäßes und durch Vermittelung dieser in einander übergehen.

Zwischen den beiden Blättern des eben genannten Theiles, sowie zwischen dem Flimmerepithel der Vorder- und der Peritonealmembran der Rückseite der oberen Trichterlippen sind Bündel von feinen, kernhaltigen Muskelfasern (Holzschn. 1 *Tr.m.m*) eingeschaltet; sie vermehren die Haltbarkeit der Oberlippen und verursachen das gerippte Aussehen derselben, welches an den hinteren Nephridien besonders deutlich hervortritt.

Das Peritoneum an der Außenseite der Unterlippe ist gewöhnlich drüsig modificirt; es sind die lymphoiden Drüsen (Taf. 27 Fig. 26 *P.dr*), welche hier ihren Sitz haben — von ihnen soll später die Rede sein. An den Nephridien sind sie bei *A. rubra* nur im vorderen Thoracalraum vorhanden, an den hinteren Organen dagegen fehlen sie bei dieser Art.

Auch in histologischer Hinsicht hat das dritte vordere Trichterpaar einige beachtenswerthe Abweichungen aufzuweisen, welche aus dessen Beziehungen zum Diaphragma resultiren (Taf. 25 Fig. 3, 4 *Tr.*^{III}).

Indem sich nämlich die Trichterrinne mit ihrem unteren Theile an das Diaphragma anlegt und an dieser Stelle keinen peritonealen Überzug besitzt, lehnt sich das entblößte Epithel mit seiner Außenseite an die mittlere Muskelfaserschicht des besagten Septums. Ferner geht hier das Peritoneum von der Rückseite der Oberlippe und der Trichtermembran kommend in das vordere Blatt dieser Scheidewand über, während die hintere Lamelle der letzteren sich auf der freien Oberfläche des Trichtercanals fortsetzt und so die peritoneale Hülle für diesen liefert.

Das Epithel der Nephridialschläuche oder das eigentliche Excretionsepithel (Taf. 27 Fig. 27) besteht aus hohen Zellen, welche sich in unregelmäßiger Weise in das Lumen des Canals vor-

Digitized by Google

wölben und hauptsächlich unter zwei verschiedenen Formen auftreten. Die einen von ihnen sind schmal, cylindrisch, haben ein grobgranulirtes Protoplasma und in ihrem basalen Theile einen hellen, bläschenartigen, ovalen Kern, welcher mit einem oder mehreren dunklen Kernkörperchen versehen ist. In der inneren, der Lichtung des Organs zugewandten Hälfte der Zellen befindet sich eine bald größere bald geringere Anzahl gelblicher Körnchen von krystallinischer Gestalt und verschiedener Größe — es sind die festen, geformten Ausscheidungsproducte oder Excretionskörperchen. Die andere Zellenform ist blasig aufgetrieben und enthält einen großen Hohlraum, dem gegenüber das spärlich vorhandene, körnige Protoplasma als eine dünne, häutige Hülle erscheint; der Zellkern ist flach, dunkel gefärbt, wandständig und kann im Zellkörper eine verschiedene Lage einnehmen. In der Excretionsvacuole liegen gewöhnlich die gleichen pigmenthaltigen Concremente, wie sie im Protoplasma der ersten Zellart in der Regel vorhanden sind; im frischen Zustande ist die Vacuole mit einer klaren, wasserhellen Substanz, der Excretionsflüssigkeit, angefüllt, in welcher die krystallinischen Körnchen frei suspendirt sind. Aus einer vergleichenden Durchmusterung geeigneter Präparate, wo die Drüsenzellen auf den verschiedensten Phasen ihrer excretorischen Thätigkeit bunt durch einander vorkommen, ergiebt sich, dass zwischen den Zellen der ersten und denjenigen der zweiten Art kein wesentlicher Unterschied besteht, sondern dass es überall dieselben zelligen Elemente sind, welche je nach dem Vorwiegen der festen oder flüssigen Ausscheidungsproducte, die sich in ihrem Protoplasma ansammeln, ein differentes Aussehen erhalten. Im epithelialen Gefüge der Nierenschläuche sieht man häufig noch andere, lange, ganz zusammengepresste Zellen, an denen keine Spur von Protoplasma zu bemerken ist; ihre Kerne sind auch stark abgeplattet, unregelmäßig, sehr dunkel und liegen nicht selten in der Nähe des Canallumens. Diese Gebilde halte ich für Excretionszellen in der Endphase ihrer Function, welche nach Entleerung ihres Inhalts von den Nachbarzellen zusammengedrückt worden sind; ob sie sich regeneriren können oder zu Grunde gehen, kann ich nicht sagen.

Auch die Excretionszellen tragen an ihren inneren Enden Wimperhaare, jedoch nur einzelne wenige; diese sind lang, geißelförmig und bewegen sich im Leben verhältnismäßig träge[1].

[1] Die hierzu citirte Abbildung (Taf. 27 Fig. 27) stammt auch von *Polymnia nebulosa*. Bei *A. rubra* sind die histologischen Verhältnisse die nämlichen.

Digitized by Google

Die beiden oben beschriebenen Zellarten sind nicht gleichmäßig in den Nephridialschläuchen vertheilt. Bei den vorderen Nierenorganen ist die erste Art, welche nur die gelben Excretionskörperchen enthält, im ganzen Innenschenkel vorherrschend, woher dessen dunklere Färbung herrührt; im Außenschenkel dagegen kommt vorzugsweise die zweite Zellart vor, welche mehr flüssige als feste Ausscheidungsproducte liefert. In dieser Gegend bilden die schmalen Zellen inselartige Gruppen, und die vielen Vacuolen in der Wandung lassen den äußeren Schleifentheil heller und durchsichtiger erscheinen. Der verschiedene Charakter des Excretionsepithels in den beiden Schenkeln eines vorderen Organs tritt bei jungen, gefärbten Individuen sehr deutlich hervor (Taf. 27 Fig. 18 *N.*^{I}*S*). Die ganzen Schläuche der hinteren Nephridien erinnern im Allgemeinen mehr an die Innenschenkel der vorderen, da ihr Epithel fast durchweg aus den Zellen der ersten Art gebildet ist; nur gegen das distale Ende derselben zeigen sich in den Wandungen vereinzelte Vacuolen.

Einer Modification des Excretionsepithels muss noch gedacht werden, welche sich namentlich bei den vorderen Nierenorganen im Endabschnitte der Außenschenkel bemerkbar macht und hier in demjenigen Theile der Wandung vorkommt, welcher dem Integument direct anliegt (Taf. 25 Fig. 7, 8). Die besagte Zellschicht wird auf dieser Strecke auf einmal ganz dünn, die Zellen flach und breit; sie enthalten nur feste, meist wenige und sehr kleine Excretionskörnchen, und ihre Kerne werden liegend.

Gegen den folgenden Abschnitt ist das Epithel der Nephridialschläuche scharf abgegrenzt, nur lässt sich diese Grenze nicht immer mit der wünschenswerthen Genauigkeit feststellen, was von der jeweiligen Beschaffenheit der Zellen des Ausmündungscanales abhängt.

Wie die Trichterapparate so haben auch die Schläuche der Nephridien auf der Seite der Leibeshöhle einen peritonealen Überzug (Taf. 27 Fig. 27 *P.M*), welcher einen Theil des allgemeinen Peritoneums bildet. Die vorderen Nierenschleifen stecken je in einem Sacke desselben, so dass die Epithelien der beiden Schenkel an der Stelle, wo diese an einander gelegt sind, mit ihrer äußeren Oberfläche sich gegenseitig berühren (Taf. 25 Fig. 12 *N.*^{III}*a.S*, *N.*^{III}*i.S*). Dieses ist auch bei den hinteren Nephridien der Fall, nur sind diese in keinen Sack eingeschlossen, sondern bloß auf der einen dem Cölom zugewandten Fläche von der Peritonealmembran bedeckt, da sie sich

Digitized by Google

mit der anderen an das Integument fest anschließen (Taf. 25 Fig. 12 *N.a.S*); hier wie auch im Endabschnitte der vorderen Außenschenkel liegt das Excretionsepithel dem neuralen Längsmuskelfelde und im Bereiche der Seitenlinie der Ringmuskelschicht des Körpers direct auf (Taf. 25 Fig. 7, 8).

Das Epithel der Ausmündungscanäle bildet eine bewimperte Fortsetzung des Hypoderms nach innen (Taf. 25 Fig. 8 *N.*^{III}*P*, Fig. 12 *N.P*). Die Zellen desselben sind meist flach, jedoch nicht sehr breit, woher die ziemlich kurzen, nach außen gerichteten Cilien dicht gedrängt stehen. Die liegenden Zellkerne sind oval, gestreckt, färben sich sehr dunkel und erinnern im Allgemeinen an die Kerne der Hautfaserzellen; sie sind kleiner als diejenigen des Excretionsepithels. Bei den vorderen Nephridien enthalten die Wandungen der Ausmündungscanäle kleine, bräunliche Pigmenttröpfchen, welche auch in der Hypodermis vorkommen, an den hinteren Nephridien dagegen sind sie vollkommen farblos.

Als die innere Grenze dieser kurzen Canäle kann man diejenige Stelle bezeichnen, wo der Nephridialschlauch eben in die Ringmuskelschicht der Haut eintritt. Bei den drei Paar vorderen Nierenorganen von *A. rubra* ist wegen der tropfenförmigen Pigmenteinlagerungen einerseits, welche mit den krystallinischen, hier sehr kleinen Körnchen der Excretionszellen große Ähnlichkeit haben, und wegen der starken Abplattung der letzteren andererseits die Abgrenzung der beiden an einander stoßenden Epithelien keine deutliche; besser tritt sie hervor bei anderen Terebellen, wo die gefärbten Tröpfchen in den Zellen des Ausmündungscanals fehlen. Das Epithel dieses letzteren setzt sich aber bei den hinteren Nephridien gegen das angrenzende Nierenschlauchepithel sehr scharf ab: es ist ganz hell, während dieses ein körniges Aussehen hat und pigmentirte Concretionen enthält. Ferner wird das erste an dieser Stelle, wo sich das Lumen des Canals ein wenig erweitert, verhältnismäßig hoch, seine Zellen sehr schmal und die länglichen Kerne stellen sich aufrecht, wodurch es noch mehr den Habitus gewisser nur aus Faserzellen bestehender Hautpartien annimmt; die Zellschicht des benachbarten Nephridialschlauchtheiles hingegen ist flach.

Indem die Ausmündungscanäle zwischen den Fasern der Ringmusculatur verlaufen, welche sie rings umgeben, so kann das Lumen derselben bei der Contraction der letzteren vollkommen zusammengepresst werden.

Der feinere Bau der Ausmündungspapillen ist folgender

Digitized by Google

(Taf. 25 Fig. 3 $N.^{I}P$, Fig. 8 $N.^{III}P$, Fig. 12 $N.P$). Die Außenschicht bildet die einfache, von der Cuticula bedeckte Hypodermis, in ihrer Achse befindet sich das epitheliale Rohr des Ausmündungscanales und den Zwischenraum zwischen beiden füllen Muskelfasern aus, die von der subcutanen Ringmuskelschicht herrühren und einen sphincterartigen Verschluss des Nephridialporus herstellen.

2. Das Nephridialsystem von *Lanice conchilega* Pall.

Nach Eröffnung des Vorderkörpers und Entfernung der transversalen Musculatur im hinteren Thoracalraum fallen hier sogleich die beiden langen Längscanäle des Nierensystems oder die Nephridialgänge (Taf. 22 Fig. 2 *N.G.*), welche die vier hinteren, mit großen Trichtern (Tr^{4}—Tr^{7}) ausgestatteten Nephridien ($N.^{4}S$—$N.^{7}S$) auf jeder Seite unter einander verbinden, als bemerkenswertheste Eigenthümlichkeit dieser Species auf. Vor dem Diaphragma (*Da*) befindet sich noch ein Paar ähnlicher, aber viel kleinerer Gänge, die jedoch nicht auf den ersten Blick zu erkennen sind; in dieser Region sieht man zuerst nur die kleinen Schleifentheile der beiden ersten Nephridienpaare ($N.^{I}S$, $N.^{II}S$), mit welchen dieselben in die Darmkammer der Leibeshöhle hineinragen.

Die beiden Thoracalräume.

Das Diaphragma erhebt sich auch bei *Lanice* zwischen dem 4. und 5. Segment, hält aber sowohl mit seiner distalen als proximalen Anheftungslinie bis auf eine kleine Abweichung nach vorn unter der Mitte des Rückens die Zonitengrenze genau ein (Taf. 23 Fig. 3 *Da*). Ein Paar lange Diaphragmasäcke mit ziemlich engem Lumen (*Da.S*, Taf. 22 Fig. 1; Taf. 23 Fig. 3) stülpen sich von demselben nach hinten aus und entsprechen dem oberen Paare von *A. rubra*.

Auf diese Weise umfasst der vordere Thoracalraum zwar dieselbe Anzahl Segmenthöhlen, wie bei der letztgenannten Art, ist aber dennoch an Rauminhalt viel kleiner, da das Diaphragma keine Ausschreitung nach hinten macht und nur ein einziges Paar Aussackungen bildet.

Der hintere Thoracalraum bietet nicht viel Erwähnenswerthes. In diesem fehlen bei *Lanice* die Nierenkammersepten ganz,

Digitized by Google

und auch die Darmkammersepten erreichen nicht die Dimensionen wie im vorhergehenden Falle.

Der hintere Abschnitt des Nephridialsystems.

Diesen Theil nehme ich zuerst, weil die anatomischen Verhältnisse des Excretionssystems sich im hinteren Thoracalraume einfacher gestalten und zugleich bedeutend leichter zu erkennen sind, als im vorderen.

Die vier Paar großen Wimpertrichter (Taf. 22 Fig. 1, 4 Tr^4—Tr^7), welche einer gleichen Anzahl gut ausgebildeter, hinterer Nephridien angehören, weichen in Bezug auf ihre Gestalt von den entsprechenden Organen bei *A. rubra* in mancher Hinsicht ab. Vor Allem ist die Trichterrinne hier bedeutend länger, indem sie sich neuralwärts über die untere Grenze der Seitenlinie hinaus noch eine ziemliche Strecke weit im Bereiche des Bauchmuskelfeldes fortsetzt und hier mit ihrem Rücken dem Nephridialgang aufliegt; hämal wird sie flach und weit, da die betreffenden Theile der Unter- und Oberlippe je nach vorn und nach hinten sehr stark aus einander weichen, und geht in der Darmkammer in eine große flimmernde Platte über, welche sich mit ihrer Außenseite dem hämalen Längsmuskelfelde fest anlegt (Taf. 22 Fig. 5). Die Umrisse so wie die Rippen, welche auf diesem blattförmigen Theile sich bemerkbar machen, sind geschwungen, und die einzelnen Platten sind so breit, dass die benachbarten an einander anstoßen; die vordere Kante derselben setzt sich in die verhältnismäßig hohe Unterlippe ($Tr.^6u.L$), die hintere in die Oberlippe ($Tr.^6o.L$) der Trichter fort. Der am meisten ausgebildete Abschnitt der letzteren ist bei *Lanice* das obere, über die Quermuskeln zurückgeschlagene Läppchen, welches mit den Rinnenplatten zu einem Ganzen verschmilzt; innerhalb der Nierenkammern sind die Oberlippen ziemlich niedrig und bilden keine derartigen, frei ausgespannten Segel, wie bei *A. rubra*. Neuralwärts geht von ihnen eine sehr schmale Trichtermembran ($Tr.^7M$) aus, welche quer über die untere Hälfte des Nephridialganges und des entsprechenden Muskelfeldes sich an diese anheftend zur Mittellinie verläuft. Die Trichtercanäle ($Tr.^7C$) sind weit und reichen mit ihrem hinteren Ende bis dicht an die mediane Bauchdrüsenmasse (vgl. Taf. 22 Fig. 1, 4) hin. Die vier hinteren Trichterpaare befinden sich auf den Segmentgrenzen zwischen dem 5. und 6. bis 8. und 9. Zonite (Taf. 23 Fig. 3), mit welchen sie innerhalb der Seitenlinien ungefähr dieselben Winkel bilden wie bei der vorhergehenden Art.

Digitized by Google

Im Gegensatze zu *Amphitrite* zeichnen sich die Nephridialschläuche (Taf. 22 Fig. 1 $N.^4S$—$N.^7S$, Fig. 4) im hinteren Thoracalraume bei *Lanice* durch eine viel bedeutendere Ausbildung den vorderen gegenüber aus. Die Innenschenkel (Taf. 22 Fig. 5 $N.^7i.S$) sind etwas glatter und nur wenig dünner als die Außenschenkel ($N.^7a.S$), und diese münden ungefähr in der Mitte der resp. Zonite in die Nephridialgänge ein. Das letztere Verhalten tritt am deutlichsten hervor, wenn man die Nierenschläuche nach vorn zurückschlägt ($N.^6S$).

Die einzelnen Schleifen der hinteren Organe sind etwas länger als die Segmente, denen sie angehören, finden daher keinen genügenden Raum in den Nierenkammern und ragen, zwischen den Quermuskeln hindurchtretend, ein ziemliches Ende in die Darmkammer hinein (Taf. 22 Fig. 1, rechts). Die vier bei unserer Species vorhandenen Paare gehören dem 6. bis 9. Segment an (Taf. 23 Fig. 3 N^4—N^7).

Frisch erscheinen die Innenschenkel der hinteren Nephridien hellgrün, die Außenschenkel mehr gelblich gefärbt.

Die beiden hinteren Nephridialgänge (Taf. 22 Fig. 1; Taf. 23 Fig. 3 *N.G*) sind vorn und hinten blind geschlossen; sie beginnen in der Mitte des 5. und reichen gewöhnlich bis in die Mitte oder das Ende des 16. Thoracalzonites, enden jedoch manchmal schon vor oder auch hinter dem angegebenen Punkte bald stumpf, bald spitz auslaufend. Das Lumen jedes einzelnen Nephridialganges, welcher im Allgemeinen die halbe Breite des Bauchmuskelfeldes hat, erscheint im Querschnitt unregelmäßig linsenförmig, da seine äußere Canalwand weniger, die innere mehr gewölbt ist; ganz im Bereich der Nierenkammern befindlich, liegen die Nephridialgänge mit ihrer Außenseite der neuralen Längsmusculatur fest an und bedecken deren obere Hälfte. Von ihren zwei Kanten bildet die untere auf den Zonitgrenzen medianwärts vorspringende Ecken, eben so wie in entgegengesetzter Richtung die obere, welche im Übrigen die neurale Grenze der Seitenlinie ziemlich genau einhält; nur vorn fehlen die intersegmentalen Spitzen der oberen Kante, von der statt dessen im hinteren Theile des 6. bis 9. Zonites längere, hohle Zipfel ausgehen. Diese kurzen, sich nach oben verjüngenden Zweigröhrchen der Nierengänge liegen in der Seitenlinie der Ringmusculatur an und versenken sich dicht über und hinter den Hakendrüsen (*H.dr*) in den Hautmuskelschlauch, um jederseits mit vier den einzelnen Nephridien entsprechenden Ausmündungscanälen in Verbindung zu treten (Taf. 22

Digitized by Google

Fig. 5 [*N.*^{7}*A.C*]; Taf. 23 Fig. 3). In der Mitte der bezeichneten Segmente nehmen die beiden Längsgänge des hinteren Nephridialsystems an ihrer freien Oberfläche die Außenschenkelenden der vier Paar postdiaphragmalen Nierenschläuche auf.

Die Färbung im Leben ist eine leicht gelbliche; ein mittlerer, etwas dunklerer Längsstreif rührt vom durchschimmernden Lumen her.

Die Ausmündungscanäle, welche die Ringmuskelschicht des Körpers durchsetzen und sich an die beschriebenen oberen Zipfel der beiden Nephridialgänge anschließen (Taf. 25 Fig. 22 *N.*^{5}*A.C*), stehen demnach mit den entsprechenden Nierenschläuchen in keiner directen Verbindung; eine solche wird erst durch die Gänge vermittelt. Die Zahl der Ausmündungscanäle ist dieselbe wie die der hinteren Nephridien — jederseits vier; sie öffnen sich auf dem Gipfel kurzer, kegelförmiger Papillen (Taf. 23 Fig. 3), deren Lage in den betreffenden Zoniten dieselbe ist wie bei *A. rubra*, nach außen.

Hierzu die auf Taf. 25 abgebildeten Quer- und Längsschnitte (Fig. 18—24).

Der vordere Abschnitt des Nephridialsystems.

Er besteht aus zwei kurzen Nephridialgängen, welche drei Paar mit Wimpertrichtern versehene Nephridien aufnehmen, aber jederseits nur eine einzige äußere Mündung haben. Die beiden ersten Nephridienpaare sind vollständig ausgebildet, aber klein; das dritte dagegen erscheint bei ganz ungewöhnlichen Lagebeziehungen im Verhältnis zu den übrigen rudimentär (Taf. 22 Fig. 4; Taf. 23 Fig. 3).

Die beiden vorderen Nephridialgänge sind wie die hinteren an ihren Enden geschlossen und erstrecken sich durch die ganze Länge des 3. und 4. Segments, so dass sie hinten am Diaphragma anstoßen (Taf. 23 Fig. 3 *N.G**); manchmal ragen sie mit ihrer vorderen Spitze unter dem ersten Trichterpaare hindurch noch eine kleine Strecke in das Gebiet des 2. Zonites vor (Taf. 22 Fig. 4 *N.G**). Auch sie liegen der neuralen Längsmusculatur an, sind halb so breit wie diese, aber im Ganzen doch schmäler als die hinteren Gänge, da auch die erstere selbst im vorderen Thoracalraume schmäler ist; ihre untere Kante ist abgerundet, die obere gerade und läuft nur in einen aufwärts gerichteten Zipfel aus, welcher sich am hinteren Ende des 3. Segments in der Mitte der Seitenlinie in die subcutane Ringmuskelschicht versenkt (Taf. 22 Fig. 4; Taf. 23 Fig. 3; Taf. 25 Fig. 15,

Digitized by Google

16 *N.G** bei *N.*[I]*A.C*). In der Mitte des 3. und 4. Zonites und dicht vor dem Diaphragma münden in die vorderen Nierengänge die distalen Enden der drei Paar ersten Nephridialschläuche ein.

Die zwei vordersten Nephridienpaare von *L. conchilega* sind ganz gleich gebaut und entsprechen den beiden ersten Organpaaren bei *A. rubra*. Ihre Wimpertrichter haben bei geringeren Dimensionen ihrer Theile ungefähr dieselbe Gestalt, wie wir sie bei der letztgenannten Art im vorderen Thoracalraum kennen gelernt haben (Taf. 22 Fig. 4 *Tr*[I], *Tr*[II], Taf. 25 Fig. 14 *Tr*[I], Fig. 16 *Tr.*[II]*C*), und befinden sich auch auf der Grenze zwischen dem 2.—3. und 3.—4. Zonite (Taf. 23 Fig. 3). Die Nephridialschläuche derselben sind verhältnismäßig weit und kurz, bilden dabei aber dennoch zweischenkelige, in die Leibeshöhle vorspringende und bis in die Darmkammer wenn auch nur wenig hineinragende Schleifen, deren Außenschenkel, wie oben gesagt, in die Längsgänge einmünden (Taf. 22 Fig. 4 *N.*[I]*S*, *N.*[II]*S*; Taf. 25 Fig. 15 *N.*[II]*S*). Diese Nierenschläuche gehören dem 3. und 4. Segment an (Taf. 23 Fig. 3 *N*[I], *N*[II]).

Interessante Abweichungen zeigt das dritte Nephridienpaar gegenüber den entsprechenden vorderen Nierenorganen von *A. rubra*. Die Wimpertrichter desselben sind bei *Lanice* sehr winzig und liegen ganz im Bereiche des Diaphragmas (Taf. 22 Fig. 4 *Tr*[III]; Taf. 25 Fig. 17 *Tr*[III], *Tr*[III]*C*); ihre dünnen Trichtercanäle durchsetzen das letztere nicht, sondern verlaufen ihrer ganzen Länge nach zwischen dessen vorderem und hinterem Peritonealblatt. Die sich ihnen anschließenden Nephridialschläuche, welche eigentlich hinter dem Diaphragma liegen sollten, befinden sich im vorderen Thoracalraume, wo sie nach einer kleinen gegen die Nierenkammer vorragenden Biegung in das hintere Ende der vorderen Gänge einmünden (Taf. 22 Fig. 4 *N.*[III]*S*; Taf. 23 Fig. 3 *N*[III]). Das Lumen dieser kurzen Schläuche ist sehr eng und erweitert sich nur ein wenig bei ihrer Einmündung in die Nephridialgänge.

Eine Folge der abweichenden Beziehungen dieses dritten Nephridienpaares zum Diaphragma ist, dass das 4. Segment hier zwei Paar, das 5. dagegen gar keine Nephridialschläuche besitzt.

Die Färbung der vier vordersten Nierenschleifen und der Gänge ist eine gelbliche; das rudimentäre dritte Schlauchpaar ist farblos.

Das einzige Paar Ausmündungscanäle, durch welche das

Digitized by Google

Nierensystem des vorderen Thoracalraumes mit der Außenwelt communicirt, entspricht dem ersten Nephridienpaare (Taf. 23 Fig. 3 *N.*^{I}*P*) und durchsetzt im hinteren Theile des 3. Segments die Ringmusculatur des Körpers (Taf. 25 Fig. 16 *N.*^{I}*A.C*); hier schließen sich die engen Canäle den oberen Zweigzipfeln der Nephridialgänge (Taf. 25 Fig. 15 *N.*^{I}*A.C*) an und steigen dann in gerader Richtung gegen den Rücken auf, um auf kleinen, zwischen dicken Hautpolstern versteckten Papillen sich nach außen zu öffnen (Taf. 25 Fig. 16 *N.*^{I}*P*). Diese beiden einzigen Poren des vorderen Systems liegen dicht unter und hinter dem zweiten Kiemenpaare (Taf. 23 Fig. 3 *N.*^{I}*P*).

Die Gefäße des Nephridialsystems.

Während bei *Amphitrite rubra* die excretorischen Oberflächen der Nephridien gar keine Blutgefäße besitzen, ist das ganze Nierensystem von *Lanice conchilega* mit einem speciellen, sehr stark verästelten Gefäßsystem ausgestattet, welches besonders die Nephridialschläuche und die Gänge an ihrer der Leibeshöhle zugewandten Fläche überzieht; eine Eigenthümlichkeit desselben ist, dass alle feinen Endzweige mit einer kleinen, kolbenartigen Erweiterung blind enden (Taf. 22 Fig. 1, 4, 5). Der Zusammenhang dieses Nierengefäßsystems mit den Hauptstämmen des Körpers ist im vorderen und hinteren Thoracalraum verschieden.

Vor dem Diaphragma nehmen die metameren Nephridialgefäße ihren Ursprung von den zwei Paar vordersten Kiemenvenen (Taf. 22 Fig. 4 *Ki.*^{I}*v*, *Ki.*^{II}*v*), zu welchen die betreffenden Wimpertrichter (*Tr*^{I}, *Tr*^{II}) dasselbe Verhalten wie bei *A. rubra* haben (Taf. 23 Fig. 3). Von diesen geht nach hinten längs der Trichtermembran je ein Stämmchen aus, das nach oben ein Parapodialgefäß und in horizontaler Richtung einen Längsast für den vorderen Nephridialgang abgiebt; von dem letzteren aus wird sowohl der Gang als auch der Nierenschlauch vermittels feinerer Verzweigungen mit Blut versorgt.

Auch die dritte Kiemenvene (Taf 22 Fig. 4 *Ki.*^{III}*v*), die oberhalb vom weniger vollkommen entwickelten, dritten Trichter (*Tr*^{III}) hingeht, sendet ein ähnliches Stämmchen nach hinten aus, welches das Diaphragma passirend schon dem Bereiche des hinteren Thoracalraumes angehört und sich hier im 5. Segment eben so in einen parapodialen und einen nephridialen Ast spaltet.

Hinter dem Diaphragma sind es metamere, intersegmentale

Digitized by Google

Gefäßpaare (Taf. 22 Fig. 1, 5 [*V. c'*]; Taf. 23 Fig. 3), welche quer über die neurale Längsmusculatur, die hinteren Gänge und die Seitenlinie verlaufend den Parapodial- und Nephridialgefäßen den Ursprung geben. In der vorderen Partie des hinteren Thoracalraumes, wo sich die Nephridien befinden, entspringen sie direct vom Vas ventrale (*V. v.*), halten sich an der unteren Kante der Trichtermembranen und gehen über den Trichtercanal hinweg, um an der hinteren Seite der Trichterrinne bis an die untere Grenze des hämalen Längsmuskelfeldes hinaufzusteigen (Taf. 22 Fig. 5). In dieser Region fehlen die transversalen Ringgefäße ganz und treten erst viel weiter hinten mit der 10.—11. Segmentgrenze in regelmäßiger Folge auf (Taf. 22 Fig. 1; Taf. 23 Fig. 3 *V. c*); an der Stelle, wo sie sich vom Bauchgefäße abzweigen, entspringen hier von ihnen die oben besprochenen, metameren Gefäße. Zu bemerken ist noch, dass die letzteren alle im Bereiche der Seitenlinie von den intersegmentalen Querebenen in der Weise nach vorn abweichen, wie es gewöhnlich die Nephridialtrichter thun.

Ungefähr auf der Mitte der Gänge gehen von den metameren, parietalen Gefäßen nach hinten gerichtete Stämmchen ab, welche am Ende der Zonite in die nächstfolgenden transversalen Gefäße einmünden; in ihrer Gesammtheit bilden diese horizontalen Verbindungsäste auf jedem hinteren Nephridialgang einen Längsstamm, von welchem sich die übrigen Blutbahnen des Nierensystems abzweigen. Vorn geht dieses longitudinale Gefäß in den Nephridialast des hinteren Zweiges der rechten oder linken, dritten Kiemenvene über, wodurch eine directe Verbindung zwischen dem hinteren Nierengefäßsystem und dem dritten Paar Kiemenvenen zu Stande kommt (Taf. 23 Fig. 3).

Die vier Paar hinteren Nephridialschläuche sind mit je zwei etwas stärkeren Gefäßen versehen, von denen das eine an der vorderen, das andere an der hinteren Seite der Schleife in der Längsfurche zwischen den beiden Schenkeln verläuft. Die beiden Schleifengefäße entspringen von den Längsstämmen der Gänge und geben die feinen, blinden Endzweige ab, die an der Oberfläche der Schläuche ein dichtes Gefäßnetz bilden (Taf. 22 Fig. 4, 5).

Histologie des Nephridialsystems.

Der histologische Bau der Trichter ist im Allgemeinen der nämliche wie bei *A. rubra* und bedarf daher keiner besonderen Besprechung.

Digitized by Google

Auch die Nephridialschläuche von *Lanice* sind im Ganzen so wie dort gebaut, nur sind hier die hinteren Paare stärker entwickelt als die vorderen, woher der Unterschied zwischen Innen- und Außenschenkel an den ersteren deutlicher hervortritt als an den letzteren. Zu bemerken wäre noch, dass das Excretionsepithel des dritten vorderen Nierenschlauchpaares fast niemals recht zur Ausbildung gelangt, sondern in der Regel einen embryonalen Charakter beibehält, wodurch es dem Epithel des entsprechenden, gleichfalls beinahe rudimentären Trichtercanals sehr ähnlich ist.

Die epithelialen Wandungen der Nephridialgänge bilden ein continuirliches Ganze mit denjenigen der Nierenschläuche, in welche sie an den Einmündungsstellen der Außenschenkel unmittelbar übergehen. Die innere Wand der Gänge besteht aus dem bekannten blasigen Excretionsepithel mit flüssigen und festen Einlagerungen, die äußere dagegen aus ganz flachen, breiten Zellen, ähnlich wie wir sie im distalen Ende der vorderen Nephridialschläuche von *A. rubra* fanden, mit dem Unterschiede jedoch, dass sie bei *Lanice* keine Excretionsproducte enthalten. Das ganze Lumen der Nierengänge ist mit langen Flimmerhaaren ausgekleidet (Taf. 27 Fig. 28 *N.G*).

Gegen die Leibeshöhle sind die vorderen und hinteren Nephridialgänge wie auch die übrigen Theile des Excretionssystems vom Peritoneum (*P.M*) überzogen, welchem die Gefäße desselben angehören; auf der Seite des Integuments dagegen liegt das modificirte Excretionsepithel der ersteren dem neuralen Muskelfelde (*n.m*) und in der Gegend der Ausmündungszipfel der Ringmuskelschicht des Körpers (*r.m*) direct auf.

Die äußeren Mündungen bieten in Hinblick auf ihren feineren Bau nichts Neues.

3. Die Nephridien von *Melinna palmata* Gr.

Vier Paar sehr langer Nephridialschläuche durchziehen hier den hinteren Thoracalraum (Taf. 22 Fig. 3 N^{I}—N^{4}), von denen nur das erste vermittels kleiner Wimpertrichter (Tr^{I}) das Diaphragma (*Da*) durchsetzt und mit dem vorderen Abschnitt des thoracalen Cöloms in Verbindung steht. Das folgende Trichterpaar (Tr^{II}) hat dieselben Dimensionen wie das erste, und nur die beiden letzten Paare (Tr^{3}, Tr^{4}) zeichnen sich durch auffallende Größe aus; die oberen Theile

Digitized by Google

des vierten Paares setzen sich außerdem in Gestalt zweier seitlicher Rinnen (*Tr.*^{4}*R*) sehr weit nach hinten fort. Nach außen münden alle Nephridien unabhängig von einander.

Der vordere und hintere Thoracalraum.

Auffallend ist bei *Melinna* die abweichende Lage des Diaphragmas. Während dieses Septum bei den bisher betrachteten Terebelloiden auf der 4.—5. Segmentgrenze sich erhebt, ist es bei dieser Form zwischen dem 3. und 4. Zonite an der Leibeswand befestigt (Taf. 23 Fig. 2 *Da*). Bis zur oberen Kante der Seitenlinie, welche in dieser Gegend sehr hoch hinaufrückt, bleibt die distale Insertionslinie desselben in der nämlichen verticalen Ebene, worauf sie unter dem Rücken sehr stark nach vorn abbiegt bis zu den in eine Gruppe vereinigten vier Paar Kiemen (*Ki*^{I}—*Ki*^{4}), die alle über der neuralen Partie des 2. Segments zu stehen kommen. Eine Abweichung in der entgegengesetzten Richtung beschreibt die äußere Anheftungslinie in ihrem unteren Theile zu beiden Seiten des Bauchmarks, wo das Diaphragma zwischen den Lappen der Bauchdrüse (*B.dr*) nach hinten bis in die Mitte des 6. Zonites reicht (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2). Indem das Diaphragma das zweite Paar Kiemenvenen (*Ki.*^{II}*v*) bis zum Eingang in die entsprechenden Kiemen begleitet, wendet es sich in der Darmkammer mit seinen parietalen Abschnitten nach vorn; längs den besagten Gefäßen schlägt es sich nun jederseits nach hinten um und bildet mit seinem centralen Theile eine einzige große Aussackung, deren Wandung die Speiseröhre im Bereiche des 8. Segments durchsetzt. Über dem Ösophagus läuft dieselbe in einen langen, unpaaren Diaphragmasack (*Da.S*) aus, welcher mit seinem hinteren Ende ungefähr bis in den 12. Körperring hineinreicht[1]. (Vgl. hierzu: Taf. 25 Fig. 25—30 *Da*, Fig. 31 *Da.S*; mit * ist der vordere, mit ** der hintere Thoracalraum in den Querschnitten bezeichnet.)

Im vorderen Abschnitt des Thorax befindet sich außer dem Diaphragma noch ein anderes vollständiges Septum, welches den Hohl-

[1] Den unpaaren Diaphragmasack von *Melinna cristata* bildet Wirén ab (1885, Taf. 1 Fig. 12 *K*) und deutet ihn irrthümlicherweise als »oesophagealblindsäcken« (p. 54 Tafelerklärung); auch sind die an Schnittpräparaten zu sehenden Elemente der Wandung durchaus nicht alles Zellen, wie er es darstellt (Fig. 15), sondern in der Mittelschicht durchschnittene Muskelfasern, nach außen und innen davon aber das Peritoneum mit seinen Kernen.

Digitized by Google

raum des Kopfmundsegments gegen den folgenden Theil der Leibeshöhle abgrenzt (Taf. 23 Fig. 3 D^1). Dieses erste Dissepiment führt an seiner Vorderseite ein Paar vom Vas supraoesophageale (*V. s. oe*) entspringender Ringgefäße (*V. c*), welche unten in die beiden circumoralen Gefäße (*V. c. o*) einmünden. Ob diese Scheidewand durchbrochen ist oder nicht, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen.

Der vordere Thoracalraum umfasst somit bei *Melinna palmata* eigentlich nur zwei Segmente, nämlich das 2. und 3.; einen sehr bedeutenden Zuschuss an Rauminhalt erhält er aber durch die große hintere Aussackung des Diaphragmas.

Durch die Anheftungsweise des letzteren im Bereiche der hämalen Längsmusculatur erhält einen solchen jedoch auch der hintere Thoracalraum, indem er sich nach vorn unter der Haut des Rückens bis dicht an die Kiemen hin fortsetzt (Taf. 25 Fig. 26—30 ** oben). Nach hinten erstreckt sich dieser Cölomabschnitt bis weit in das Schwanzende des Thieres hinein, wo die regulären Dissepimente erst ein ziemliches Ende hinter dem letzten Zonite des Thorax beginnen; durch untere, kreisförmige Ausschnitte in den abdominalen Septen communicirt er auch mit den weiteren Segmenthöhlen dieser Region.

Im ganzen hinteren Thoracalraume sind bei *Melinna* Nierenkammersepten (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 32 *D'*) vorhanden, welche sich von denjenigen bei *A. rubra* dadurch unterscheiden, dass sie mit ihrer ganzen Außenkante die betreffende Segmentgrenze genau einhalten und mit distalen, vom Vas ventrale zu den Blutbahnen des Darmcanals verlaufenden Ringgefäßen (*V. c*) verbunden sind; sie beginnen gleich hinter den Nephridialtrichtern und bilden jederseits eine continuirliche Serie bis in die Abdominalregion hinein.

An denselben Ringgefäßen spannen sich zu beiden Seiten des Mitteldarmes von capillaren Blutbahnen durchzogene Darmkammersepten (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2 *D''*) aus, welche in der vorderen Partie des Schwanzes bis zum hämalen Mesenterium hinaufreichen und mit diesem in Verbindung treten (Taf. 25 Fig. 32 *D''*, *h. M. r*).

Die Nephridien.

Durch die abweichende Lage des Diaphragmas, welches im Vergleich zu den beiden vorher besprochenen Formen bei *M. palmata* um ein ganzes Segment nach vorn gerückt erscheint, entspricht auch

Digitized by Google

die Eintheilung der Nephridien in vordere und hintere derjenigen bei *A. rubra* und *L. conchilega* nicht ganz. Wenn eben so wie bei *Amphitrite* auch bei *Melinna* sich die Reihe der paarigen Nierenorgane nach vorn bis in das 3. Zonit fortsetzen sollte, so würde die letztere Art unserer Definition nach, nämlich dass nur die Paare als vordere bezeichnet werden, welche mit dem vorderen Thoracalraum durch ihre innere Mündung communiciren, dennoch in Folge der Verlegung des Diaphragmas auf die 3.—4. Segmentgrenze nur zwei Paar vordere Nephridien haben können, während die erstere Species deren drei besitzt. Von diesen zwei möglichen Paaren gelangt aber bei *Melinna* nur eins zur Ausbildung, so dass hier das Nephridialsystem sich aus einem vorderen Paare und drei Paar hinteren Organen zusammensetzt.

Alle Nephridialschläuche sind bei *M. palmata* in fast ganz gleicher Weise entwickelt (Taf. 22 Fig. 3 $N.^1S$—$N.^4S$; Taf. 23 Fig. 2 N^1—N^4; Taf. 25 Fig. 26—31 *N.S*). Sie bilden sehr lange, drüsige Canäle, welche zu Schleifen zusammengelegt mit ihrem größten Theile frei in der Leibeshöhle liegen, wo sie bald in den Nierenkammern auftreten, bald in der Darmkammer erscheinen und hier um die verschiedensten Organe sich umschlagen; im ausgestreckten Zustande reichen sie alle ungefähr bis an die hintere Grenze des Thorax. Die Außen- und Innenschenkel haben dieselben Dimensionen und die gleiche histologische Beschaffenheit; nur an ihren parietalen Enden erweitern sie sich ein wenig, und zwar der äußere Schenkel etwas mehr, welcher zugleich flacher wird und mit diesem Theile quer über der neuralen Längsmusculatur der Körperwand fest anliegt. Bei den zwei hintersten Paaren ist die Erweiterung der beiden bezeichneten Schlauchenden etwas stärker als bei den zwei ersten. Die vier Paar Nephridialschläuche befinden sich alle im hinteren Thoracalraum, und die einzelnen Paare gehören der Reihe nach dem 4.—7. Segment an.

Ihre Färbung im frischen Zustande ist gelblich.

Die Wimpertrichter der vier Nephridienpaare sind unter einander alle mehr oder weniger verschieden, stimmen jedoch in dem einen Punkte überein, dass sie mit keinem Theile die Segmentgrenze, welcher sie angehören, nach vorn zu überschreiten. Durch dieses Verhalten weichen sie von den Nephrostomen der genuinen Terebellen, bei welchen deren Rinnentheil nebst Ober- und Unterlippen stets schon im Bereiche des nächst vorangehenden Zonites gelegen sind, recht erheblich ab.

Digitized by Google

Das einzige vordere Trichterpaar von *Melinna palmata* befindet sich auf der Grenze zwischen dem 3. und 4. Segment und gehört somit dem Diaphragma an (Taf. 22 Fig. 3 Tr^{I}; Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 26 Tr^{I}). Durch seine geringe Größe und Beziehungen zum bezeichneten Septum erinnert es an die Nephridialtrichter des dritten, vorderen Paares von *A. rubra*, unterscheidet sich jedoch wesentlich von diesen dadurch, dass es keine besondere Oberlippe besitzt, welche sich mesenterienartig zwischen den betreffenden Kiemenvenen und dem Diaphragma ausspannt; die beiden Lippen gehen hier vielmehr unmittelbar in das Diaphragma selbst über, wodurch die beiden Trichter eigentlich nur als histologisch differenzirte Ausstülpungen der vorderen Peritoneallamelle desselben erscheinen (Taf. 25 Fig. 33 Tr^{I}). Einwärts von der Trichteröffnung passirt an der Vorderseite des Diaphragmas die zweite Kiemenvene (Taf. 25 Fig. 25, 26, 35 $Ki.^{II}v$; Taf. 23 Fig. 2).

Von den drei Paar hinteren Nephridialtrichtern zeichnen sich nur die beiden letzten (Taf. 22 Fig. 3 Tr^{3}, Tr^{4}) durch besondere Größe aus, während das erste (Tr^{II}) dieselben Dimensionen hat, wie das eben beschriebene Paar.

Das zweite Trichterpaar (Taf. 22 Fig. 3 Tr^{II}; Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 33 Tr^{II}), das erste hinter dem Diaphragma, liegt auf der Grenze zwischen dem 4. und 5. Zonite, welche vom Rinnentheile der ersteren eingenommen wird; somit haben auch die verhältnismäßig niedrigen Oberlippen eine durchaus intersegmentale Befestigung an der Körperwand. Nach innen sind die oberen Lippen dieses Paares jederseits an der dritten Kiemenvene angeheftet, längs welcher sie neuralwärts eine schmale Trichtermembran aussenden und im Bereiche des hämalen Längsmuskelfeldes sich in ein nicht flimmerndes Gefäßmesenterium fortsetzen, das die besagte Kiemenvene bis zu ihrer Kieme begleitend am Integument festhält (Taf. 25 Fig. 25, 26, 35 $Ki.^{III}v$; Taf. 23 Fig. 2).

Ihrer Lage nach entsprechen diese beiden Trichter dem dritten vorderen Paare von *A. rubra*; bemerkenswerth ist dabei, dass sie trotz ihrer Communication mit dem hinteren Thoracalraum in ihrer Ausbildung den Habitus der vorderen Nephridialtrichter bewahrt haben.

Beim dritten Paare erst treten die Wimpertrichter in der für die hinteren Organe charakteristischen Größe und Umgestaltung ihrer Theile auf (Taf. 22 Fig. 3 Tr^{3}: Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 27, 28, 33—35 Tr^{3}); auch hierbei ist der Umstand hervorzuheben, dass

Digitized by Google

sie der 5.—6. Zonitgrenze angehörig dem ersten hinteren Nephrostomenpaare der echten Terebellen entsprechen. Ihrem anatomischen Verhalten nach schließen sich diese Trichter derjenigen Form an, welche wir bei den inneren Mündungen der postdiaphragmalen Nephridien von *Lanice* gesehen haben. Es ist auch hier wieder die Rinne der bevorzugte Theil, welche sich nach oben weit öffnet und in die Darmkammer hinein mit einer großen, gerippten Flimmerplatte fortsetzt; diese letztere lehnt sich der Längsmusculatur des Rückens fest an und ist so breit, wie das betreffende Segment lang ist, so dass sie an den entsprechenden Theil des folgenden Nierenorgans hart anstößt. Im Bereiche der lateralen Cölomkammer reicht die Trichterrinne nicht so weit herab, sondern schließt sich schon auf der oberen Grenzlinie des neuralen Muskelfeldes zu einem ziemlich weiten, etwas nach vorn ablenkenden Trichtercanal (Taf. 22 Fig. 3 *Tr*[3]). Dem dritten Trichterpaare von *Melinna* entsprechen die Venen des vierten Kiemenpaares (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2 *Ki*[4]). Von der vorderen, in der Transversalebene der 5.—6. Segmentgrenze befindlichen Kante der Rinnenplatte geht nach oben und vorn ein peritoneales Ligament aus, welches eine jede dieser beiden Kiemenvenen aufwärts begleitet und an der Leibeswand befestigt; nach unten zu schließt sich in den Nierenkammern diesen Gefäßen eine kleine Trichtermembran an (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 25—28, 35 *Ki*.[4]*v*).

Das vierte Paar Nephridialtrichter (Taf. 22 Fig. 3 *Tr*[4]; Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 29, 30, 33, 34 *Tr*[4]) ist im Allgemeinen eben so gebaut wie das vorhergehende, unterscheidet sich aber von diesem dadurch, dass die Trichterrinnen sich in der Darmkammer jederseits in eine außerordentlich lange, horizontale Wimperrinne nach hinten fortsetzen, die bis in die letzten Segmente des Thorax reicht (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2 *Tr*.[4]*R*). Mit dem Rücken dicht über den Quermuskeln an der Körperwand befestigt ist eine jede dieser beiden Längsrinnen schräg nach innen und unten offen (Taf. 25 Fig. 29—31 *Tr*.[4]*R*); ihre untere Wand wird gebildet von einer vorspringenden Leiste, welche als hintere Verlängerung der über die Quermuskelbänder zurückgeschlagenen Oberlippe des Wimpertrichters erscheint, die obere von einer Fortsetzung der gerippten Flimmerplatte nach hinten. Indem diese Wände allmählich niedriger werden, so wird auch die Rinne immer flacher, bis sie in einiger Entfernung von der abdominalen Körperregion ganz verschwindet. Mit ihrer Außenseite lehnt sich die obere Rinnenwand Anfangs wie auch die

Digitized by Google

Flimmerplatte selbst der Längsmusculatur des Rückens fest an: bald hebt sie sich jedoch vom Integument ab und ragt nun auch in die Leibeshöhle vor, aber nicht mit einer freien Kante wie die untere Wand, sondern als differenzirter, parietaler Theil einer besonderen zweiblätterigen Membran, welche einen den hämalen Muskelfeldern angrenzenden Abschnitt der Darmkammer abtrennt. Diese Haut, welche ich Dissepimentmembran nenne, ist in der hinteren Thoracalregion über dem Darme frei gewölbt, im Abdomen aber mit dem hämalen Darmmesenterium (*h.Mr*) zusammen längs der Medianlinie des Rückens am Integument befestigt; nach vorn hin legt sie sich dem Hautmuskelschlauch an und geht unmerklich in das allgemeine Peritoneum über (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2, Taf. 25 Fig. 32 *D.M*).

Auch das vierte Trichterpaar von *M. palmata* steht zu einem Paar neuraler Gefäßbogen in ähnlichen Beziehungen wie die davorliegenden Nephrostomen, nur kommen diese Gefäße aus keinen ihnen entsprechenden Kiemen, sondern stellen einfache distale Ringgefäße vor, welche vom Vas ventrale (*V.v*) entspringen, an den Oberlippen bis zur Seitenlinie aufsteigen und dann sich hinter den Wimpertrichtern durch die Darmkammer zum Mitteldarm hin verfügen (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 29, 30, 33 *V.c*).

Eine weitere Eigenthümlichkeit dieses letzten Paares der hinteren Nephridialtrichter besteht darin, dass im Bereiche der Nierenkammern von der peritonealen Bekleidung der Rückseite der Oberlippen je eine vollkommen ausgebildete Geschlechtsdrüse in die Leibeshöhle hinein vorragt (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 30, 34 *G.dr*).

Wie in Bezug auf seine inneren, so weicht das Nephridialsystem der uns eben beschäftigenden Terebelloidenform auch in Hinblick auf seine äußeren Mündungen von demjenigen der *A. rubra* ab. Während nämlich die Nephridialporen der letzteren Art alle ungefähr in der Mitte der Seitenlinie gelegen sind, befinden sich dieselben hier oberhalb der hämalen Parapodien der Zonite, welchen die betreffenden Nierenorgane angehören — auf einer Linie, die der unteren Grenze der Längsmusculatur des Rückens entspricht. In einem gegebenen Zonite erheben sich die Ausmündungspapillen stets hinter den bezeichneten Fußstummeln (Taf. 23 Fig. 2).

So kommt das erste Papillenpaar ($N.^1P$) im 4. Segment hinter und über dem ersten Paar der hämalen Borstenbündel ($B.B.h^1$) auf die Rückseite des Thieres zu liegen, wo es sich einwärts von den

Digitized by Google

sich zu beiden Seiten der Nackenplatte erhebenden Seitenfalten (*S.F*) der Haut in einer verticalen Längsebene mit den Paleenhaken (*Pa*) befindet (vgl. Fig. 25, 26 und 35 auf Taf. 25 mit einander). Die Lage der drei Paar folgenden Porophore in den successiven Zoniten (5—7) ist ungefähr dieselbe, nämlich gleich hinter den oberen Borstenhöckern ($B.B.h^2$—$B.B.h^4$) etwas über diesen; sie nehmen hier aber schon eine mehr seitliche Stellung am Wurmkörper ein und bilden zusammen auf beiden Seiten wie auch die hämalen Parapodien eine nach hinten absteigende Bogenlinie (Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 34 $N.^{II}P$, Fig. 29 $N.^4P$).

In Bezug auf den Bau der äußeren Mündungen wäre nichts Besonderes hervorzuheben.

4. Vergleichende Übersicht des Nephridialsystems der Terebelloiden.

Bei allen drei bisher betrachteten Beispielen aus dieser Gruppe hatte das Nephridialsystem jedes Mal einen anderen Charakter. Wenn wir auch die übrigen hierher gehörigen Formen berücksichtigen, so ergiebt sich für das uns beschäftigende Organsystem in Bezug auf die Zahl, Anordnung und Ausbildung seiner Componenten bei den Terebelloiden eine so große Mannigfaltigkeit, wie sie vielleicht mit alleiniger Ausnahme der Capitelliden[1] in keiner anderen Polychätengruppe wiederkehrt. Die nachfolgende cursorische Übersicht möge diese Behauptung bestätigen.

Die Gesammtzahl der vorhandenen Nephridienpaare und ihre Anordnung, die Lage des Diaphragmas und die davon abhängige Eintheilung der Organe in vordere und hintere, so wie deren gegenseitiges Zahlenverhältnis bei den verschiedenen Gattungen und Arten der Terebelloiden ist aus der beigefügten Tabelle ersichtlich.

Als typisch ist für die Gruppe das Auftreten der Nephridien in einer mittleren Anzahl von Paaren (etwa 6) in continuirlicher Reihe, beginnend vom 3. Segmente, zu je einem Paare in jedem, und die gleichmäßige Vertheilung derselben auf die beiden Kategorien (also 3 + 3) zu betrachten.

---

[1] Die genauere Kenntnis der Nephridien und Geschlechtsorgane der Capitelliden verdanke ich der Freundlichkeit Dr. Eisig's, welcher mir zu diesem Zwecke die Aushängebogen und Probeabzüge der Tafeln vom speciellen Theile seiner Monographie zur Verfügung stellte.

Digitized by Google

Hiervon kommen eine Menge der verschiedensten Abweichungen vor, welche dadurch entstehen, dass die Gesammtzahl der Organe bald größer, bald kleiner ist, die Serie erst in einem weiter nach hinten gelegenen Zonite beginnt oder durch Ausfallen gewisser Paare unterbrochen wird, wodurch auch das gegenseitige Zahlenverhältnis und die Disposition der vorderen und hinteren Nephridien vielfachen Variationen unterliegt. Überzählige Paare in einem und demselben Körperringe sind selten: ich fand sie nur bei zwei nahverwandten Arten (*Lanice conchilega* und *Loimia medusa*), wo das 4. Segment zwei vordere Nephridienpaare enthält.

Die größtmögliche Anzahl der vorderen Nierenorgane sind drei Paar, was von der typischen Lage des Diaphragmas auf der 4.—5. Segmentgrenze abhängig ist; so finden wir dieses Septum bei den Amphitriteen, Polycirrideen, Corephorideen und Trichobranchideen gelegen, welche die erste größere Hauptabtheilung der Gruppe bilden (A).

Häufig ist nur ein einziges Paar vorderer Organe vorhanden, und dieses Verhalten ist für die zweite, kleinere Hauptabtheilung (B), welche die Amphareteen und Amphicteneen umfasst, charakteristisch; für diese letzteren gilt auch die Ausnahmestellung des Diaphragmas zwischen dem 3. und 4. Segment, wie wir sie schon bei *Melinna palmata* kennen gelernt haben, als Regel.

Das gänzliche Fehlen der vorderen Nephridienpaare habe ich nur in einem Falle beobachtet (*Pista cristata*).

Eine relativ große Zahl hinterer Organe ist auch selten (*Amphitrite rubra*, *Pista cretacea*), weniger als zwei Paare kommen dagegen nie vor.

Den größten Abstand zwischen den Nephridien der einen und anderen Kategorie fand ich bei *Terebellides stroemii*, wo dieses Intervall drei ganze Zonite beträgt (4, 5, 6).

Digitized by Google

Tabellarische Übersicht der Zahl und Anordnung der Nephridienpaare.

	Vordere,			hintere Paare.										Summe.
Segm.	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	
A. 1. Amphitritea.															
Amphitrite rubra Risso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	(1)	(1)	3 + 9(11) = 12
- *variabilis* Risso	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3 + 3 = 6
- *cirrata* O. F. Müll.	1	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 + 3 = 4
Lepraea lapidaria L.[1]	1	—	—	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	1 + 5 = 6
Nicolea venustula Mont.	1	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 + 3 = 4
Polymnia nebulosa Mont.[2]	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3 + 3 = 6
- *nesidensis* Delle Chiaje	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3 + 3 = 6
Lanice conchilega Pall.	1	2	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	3 + 4 = 7
Loimia medusa Sav.	1	2	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3 + 3 = 6
Thelepus circinnatus Fabr.	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 + 2 = 4
- *Bairdi* Mgrn.[3]	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 + 2 = 4
- *robustus* Gr.[4]	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 + 2 = 4
Pista cristata O. F. Müll.	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0 + 2 = 2
- *cretacea* O. F. Müll.	1	1	[1]	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	2 (3) + 10 = 12
2. Polycirridea.															
Polycirrus haematodus Clap.	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3 + 3 = 6
Polycirr. caliendrum Clap.	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3 + 3 = 6
- *aurantiacus* Gr.	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	-	3 + 5 = 8
Amaea trilobata Sars.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	3 + 7 = 10
3. Corephoridea.															
Terebellides Stroemii Sars.	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 + 2 = 3
4. Trichobranchidea.															
Trichobranchus glacialis Mgrn.	—	1	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2 + 3 = 5
B. 5. Ampharetea.															
Amphicteis curvipalea Clap.	—	1	1	1	1	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	1 + 3 (4) = 4
Samytha adspersa Gr.	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 + 3 = 4
Melinna palmata Gr.	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 + 3 = 4
6. Amphictenea.															
Petta pusilla Mgrn.	—	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 + 4 = 5
Genus *Pectinaria*[5]	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1 + 2 = 3
	Vordere,			hintere Paare.											Summe.

In der Tabelle zeigt ..... die Lage des Diaphragmas, die in der Rubrik »Summe« links von = befindlichen zwei durch + verbundenen Ziffern das gegenseitige Zahlenverhältnis der vorderen und hinteren, die rechte Ziffer dagegen die Gesammtzahl aller im gegebenen Falle vorhandenen Nephridienpaare an. Es bedeutet ferner: (1) ein gelegentlich vorkommendes, [1] ein rudimentäres Paar; die Bedeutung der eingeklammerten Zahlen in der »Summe« ergiebt sich hieraus von selbst. ⌣ stellen bei *Lanice* und *Loimia* die Nephridialgänge, bei *Polymnia nebulosa* und *Pista cretacea* die distalen Sammelbehälter vor.

Aus der Malmgren'schen Subfam. Artacamacea, welche eine 7. Unter-

Digitized by Google

Die relative Ausbildung der vorderen und hinteren Nephridien.

Im Allgemeinen sind die vorderen Nephridien in der Gruppe der Terebelloiden durch kleine Wimpertrichter und lange oder voluminöse Excretionsschläuche, die hinteren aber umgekehrt durch große, starke Trichter und bedeutend schwächer entwickelte Nephridialschläuche ausgezeichnet, wobei jedoch der histologische Gegensatz zwischen Trichter- und Excretionsepithel an allen Paaren deutlich hervortritt. Dieses typische Verhalten in Bezug auf die Gestaltverschiedenheit der Organe der beiden Kategorien haben wir bei *Amphitrite rubra* kennen gelernt.

Ziemlich lange vordere Nierenschleifen haben ferner *Amphitrite variabilis* und die Vertreter der Gattung *Polycirrus*. Bei den letzteren sind sie jedoch schon etwas kürzer und breiter, wodurch sie den Übergang zu *Polymnia nebulosa* bilden, wo die drei vorderen Nephridienpaare mehr massive als lange Körper darstellen; auch ist bei dieser Art das dritte Paar stärker entwickelt als die beiden vorhergehenden.

In ähnlicher Ausbildung wie bei *Amphitrite rubra* finden wir die Nephridien bei *Lepraea lapidaria*, nur ist hier das einzige vordere Paar noch länger als dort. Ein Paar vorderer Organe mit langen Nephridialschläuchen besitzen auch *Terebellides Stroemii* und die

---

abtheilung in der Gruppe der Terebelloiden bilden würde, standen mir für meine Untersuchungen keine Vertreter zu Gebote.

[1] Der gebräuchlichere Name von *Lepraea lapidaria* L. ist *Heteroterebella sanguinea* Clap., eben so

[2] wird *Polymnia nebulosa* Mont. gewöhnlich *Terebella Meckelii* Clap. genannt.

[3] Diese Art betrachtet MALMGREN als Vertreter einer besonderen Gattung *Grymaea* (1865 p. 388).

[4] *Thelepus robustus* heißt nach GRUBE, welcher den Wurm zuerst beschrieben und abgebildet hat (1878 p. 235—236, Taf. 7 Fig. 8) *Phenacia robusta*. Diese schöne, exotische Form so wie die interessante *Loimia medusa* aus dem rothen Meere habe ich in je mehreren Exemplaren unter anderem Terebelloidenmaterial aus den Sammlungen von Seethieren erhalten, welche von den italienischen Marineofficieren, Herrn CHIERCHIA und Herrn ORSINI auf deren Reisen gefischt und conservirt wurden. Für die Überlassung dieses Materials, das mir noch bei meinen weiteren Studien für die Monographie von großem Nutzen sein wird, erlaube ich mir, der Commission, welche über die Vertheilung der Sammlungsobjecte zu bestimmen hat, schon hier meinen besten Dank auszusprechen.

[5] Aus diesem Genus untersuchte ich *P. auricoma* O. F. Müll., *neapolitana* Clap., welche der Spec. *belgica* Pall. sehr nahe steht, und einige andere Arten, die ich noch zu bestimmen oder vielleicht zu taufen haben werde.

Digitized by Google

Arten des Genus *Pectinaria*; bei diesen Formen sind jedoch in Folge der geringen Gesammtzahl der vorhandenen Paare (3) die excretorischen Canalabschnitte der hinteren Nephridien ein wenig mehr ausgebildet als in den vorhergehenden Fällen. Eben so sind auch die letzteren Organe bei *Amphitrite cirrata*, wenngleich deren jederseits drei vorhanden sind, wofür aber das einzige vordere etwas kürzere Nierenschläuche besitzt.

Abweichungen der verschiedensten Art zeigt nun das Nephridialsystem in der Gruppe der Terebelloiden auch bezüglich des Baues und der Größenverhältnisse der einzelnen Organe und deren Theile.

Sie können entstehen durch partielles oder fast gänzliches Schwinden des charakteristischen Unterschiedes zwischen den vorderen und hinteren Nephridien. Das erstere hiervon tritt ein, wenn bloß die Nierenschläuche die gleiche Größe und Form annehmen; so fanden wir bei *Melinna palmata* alle vier Paar langen Schleifencanäle in gleicher Ausbildung. Bei mittlerer Länge der bezüglichen Theile treffen wir ein ähnliches Verhalten bei *Amphicteis curvipalea*, *Samytha adspersa* und *Petta pusilla* an; indem bei den drei letzteren Arten die hinteren Wimpertrichter kleiner als gewöhnlich sind, so bilden sie einen Übergang zum zweiten hierher zu rechnenden Falle, wo auch alle Trichter ganz gleich sind. In dieser Form erscheint das Excretionssystem bei *Nicolea venustula* und *Amaea trilobata*, deren sämmtliche Nephrostomen verhältnismäßig klein und die sich frei erhebenden Nephridialschleifen von mittlerer Länge i. e. nur wenig länger als die mittleren Thoraxsegmente sind.

Eine Abweichung in der entgegengesetzten Richtung kommt durch die Steigerung des Unterschiedes zu Stande und tritt bei *Polymnia nesidensis* und *Trichobranchus glacialis* in der Weise auf, dass die Nephridialschläuche der hinteren Organe auf ein Minimum reducirt sind. Diese Theile stellen hier ganz kurze farblose Röhren vor, welche sich nach hinten verjüngend von der weiten Trichteröffnung gerade zu ihrer äußeren Mündung verlaufen; da in denselben kein eigentliches Excretionsepithel zur Ausbildung gelangt, so sind sie von den typischen Trichtercanälen nicht zu unterscheiden. Die vorderen Nephridien dieser zwei Arten sind von mittlerer Größe.

Auch für die Umkehrung des regulären Verhaltens, nämlich dass die Nephridialschläuche der hinteren Paare stärker entwickelt sind als diejenigen der vorderen, haben wir verschiedene Beispiele in unserer Wurmgruppe.

Digitized by Google

So bilden bei *Pista cretacea*, bei *Lanice conchilega* und besonders bei *Loimia medusa* die hinteren Organe recht ansehnliche Schleifen, während dieselben Abschnitte der vorderen Nephridien sehr viel kleiner sind und im dritten Paare sogar bei *Lanice* manchmal, bei *P. cretacea* fast immer fehlen.

Ein anderes Beispiel von ähnlicher Abweichung habe ich bei den drei Arten des Genus *Thelepus* beobachtet. Hier sind die Schläuche aller vier Paare ziemlich lang und verhalten sich so zu einander, dass sie in den successiven Segmenten von vorn nach hinten immer länger werden; auf diese Weise kommt es, dass das zweite hintere Schleifenpaar etwa die doppelte Länge des ersten vorderen erreicht. Zu bemerken ist dabei, dass sämmtliche Wimpertrichter außerordentlich groß sind und ihre Dimensionen in derselben Richtung auch stetig zunehmen.

Hieran schließt sich nun der ganz einzig in seiner Art dastehende Fall von *Pista cristata* an, wo überhaupt nur zwei hintere Nephridienpaare und gar keine vorderen vorhanden sind. Beide Paare sind vollkommen gleich entwickelt, haben riesige Wimpertrichter und mächtige, sehr lange Excretionsschläuche; in ihnen sind somit die Hauptcharaktere der hinteren und vorderen Organe vereinigt. Von vorderen Paaren habe ich bei dieser Species gelegentlich wohl Rudimente der Trichter, noch seltener der Schlauchtheile, niemals aber eine Spur von äußeren Mündungen gesehen.

Die Beziehungen der einzelnen Nephridienpaare zu einander.

Wie es bei den Anneliden ganz allgemein der Fall ist, so sind auch bei den Terebelloiden die beiderseitigen Nephridien eines gegebenen Zonites in der Regel ganz unabhängig von denjenigen sowohl des nächstfolgenden als des vorhergehenden Segments.

Einer bisher sonst bei keinem anderen Ringelwurme beobachteten Abweichung von diesem typischen Verhalten begegnen wir in unserer Gruppe, und das ist das Auftreten von Nephridialgängen; außer bei *Lanice conchilega*, wo wir dieselben genauer betrachtet haben, fand ich solche noch bei *Loimia medusa*.

Die Nephridialsysteme dieser beiden Arten sind sich im Ganzen sehr ähnlich. Auch bei *Loimia* sind ein Paar kürzere vordere und ein Paar längere hintere Gänge vorhanden; die letzteren enden jedoch

Digitized by Google

hier gleich hinter dem letzten hinteren Nephridienpaare (am Ende des 8. Segments). Zum weiteren Unterschiede von *Lanice* münden in den hinteren Nierengang nur drei Paar Nephridien ein, deren Schleifentheile dafür aber länger sind; durch eine entsprechende Anzahl Ausführungscanäle münden die ersteren auf jeder Seite nach außen. Wie bei *Lanice* haben auch die beiden vorderen Gänge von *Loimia* jeder nur eine einzige äußere Mündung und nehmen auch drei Paar mit allen Theilen im vorderen Thoracalraum gelegene Nierenorgane auf, die jedoch hier alle drei mit gleich großen und dabei stärker entwickelten Schleifentheilen ausgestattet sind, als bei der ersteren Species.

In diesen beiden Fällen stehen somit die vorderen Nephridienpaare einer- und die hinteren andererseits durch Vermittlung der vorderen und hinteren Längsgänge wohl unter einander in Verbindung, die beiden Systeme aber, das vor und das hinter dem Diaphragma befindliche, bleiben auch hier in Folge der Unterbrechung der Nierengänge im 5. Segmente vollkommen getrennt.

In vergleichend anatomischer Hinsicht steht das Vorkommen von Nephridialgängen nicht so ganz unvermittelt da, indem das Nephridialsystem von *Pista cretacea* bis zu einem gewissen Grade ein Bindeglied zwischen denjenigen Formen, wo die einzelnen Paare der Excretionsorgane in gewöhnlicher Weise gesondert für sich bestehen, und den beiden Arten, wo sie durch Längscanäle unter einander verbunden sind, bildet. Eine eigenthümliche Ausbildung aller hinteren Nierenorgane verschafft der genannten Species diese Bedeutung. In der Regel verengern sich die Außenschenkel der Nephridialschläuche im Bereiche der Seitenlinie, bevor sie zur Vereinigung mit ihren Ausmündungscanälen sich in den Hautmuskelschlauch versenken; hier jedoch erweitern sich die Schlauchenden zuerst zu einer Art flacher, distaler Sammelbehälter, welche dem oberen Theile der neuralen Längsmusculatur fest anliegend etwa halb so breit sind wie diese und beinahe so lang wie die resp. Segmente, so dass diese Abschnitte der auf einander folgenden Nephridien auf den Zonitgrenzen sich mit ihren stumpfen, vorderen und hinteren Enden fast berühren. Die untere Kante dieser Reservoire, die sonach mehr lang als breit sind, ist etwas geschwungen, die obere dagegen gerade, verläuft längs der neuralen Grenze der Seitenlinie und sendet in den Bereich dieser letzteren zur äußeren Mündung einen sich zuspitzenden Zipfel hinauf; in der Mitte des Zonites »münden« in die Behälter die Außenschenkel der betreffenden Nierenorgane »ein«. In

Digitized by Google

ihrer Gesammtheit erscheinen demnach diese Gebilde gleichsam als metamere Theilstücke zweier hinterer Nephridialgänge, mit denen sie übrigens auch ihrem histologischen Bau nach vollkommen übereinstimmen. An den vorderen Organen von *Pista cretacea* ist nichts Derartiges zu bemerken.

Ähnliche reservoirartige Erweiterungen der distalen Außenschenkelenden kommen gelegentlich noch bei anderen Formen, aber nur an einzelnen Nephridienpaaren vor; so fand ich z. B. das dritte vordere Paar von *Polymnia nebulosa* mit solchen Sammelbehältern versehen.

Die Formverhältnisse der Nephridien und ihrer Theile, das Verhalten des Gefäßsystems zum Nephridialsystem und die vergleichende Histologie des letzteren lassen sich nicht gut ohne Abbildungen vergegenwärtigen, wesshalb ich diesbezüglich auf die ausführliche Darstellung, die mir bei Ausarbeitung der Monographie zu liefern bevorsteht, verweisen muss[1].

5. Die Peritonealdrüsen und deren Producte.

Bevor ich zur Darstellung meiner Ansicht über die physiologischen Aufgaben des Nephridialsystems schreite, muss ich zuerst noch einige Beobachtungen über die Art und Weise so wie über den Ort der Entstehung der Geschlechtsproducte und der geformten und flüssigen Bestandtheile der Lymphe oder Leibesflüssigkeit vorausschicken. Es kann nicht in meiner Absicht liegen, diese äußerst complicirte Frage hier eingehender zu behandeln, sondern ich gedenke an diesem Orte nur so viel von meinen in dieser Beziehung noch sehr unbedeutenden Erfahrungen niederzuschreiben, wie ich zum Verständnis des folgenden Abschnittes für nothwendig halte.

Während das Peritoneum fast überall aus einer dünnen, dem Anscheine nach homogenen, mit ovalen, platten Kernen versehenen

---

[1] Eines bemerkenswerthen Falles von Geschlechtsdimorphismus möchte ich hier noch gedenken, welcher bei den Polycirrideen auftritt und an den hinteren Nephridien in der verschiedenen Gestalt ihrer Ausmündungspapillen zum Ausdruck gelangt. Während nämlich diese Porophore bei den ♂ von *Polycirrus caliendrum*, *aurantiacus* und *Amaea trilobata* cylindrische, schräg nach vorn vorspringende Zäpfchen bilden, befinden sich die entsprechenden Nephridialporen der ♀ auf dem Gipfel runder Knöpfe, welche von einer drüsigen, ringwallartigen Hautverdickung umgeben sind. Die Papillen der vorderen Organe sind einfach, knopfförmig und klein.

Digitized by Google

Membran besteht, welche die meisten inneren Organe continuirlich umhüllt, erscheint dasselbe an gewissen Stellen zu einer drüsigen Schicht umgewandelt, deren Zellen runde Kerne so wie ein reichlich vorhandenes, körniges Protoplasma haben und gegen einander bald mehr, bald weniger deutlich abgegrenzt sind. Unter diesen Organen, welche ich ganz allgemein Peritonealdrüsen nennen möchte, lassen sich zwei verschiedene Kategorien unterscheiden, von denen die eine sich dadurch auszeichnet, dass die Zellen derselben durch einen energischen Proliferationsprocess eine Menge einzelliger Gebilde erzeugen, die sie in die Leibeshöhle hin abstoßen; bei der anderen Gruppe bleibt die peritoneale Zellschicht intact und scheint im Gegentheil flüssige Stoffe in das Cölom hinein auszuscheiden. Zur ersten Kategorie gehören

die Geschlechtsdrüsen.

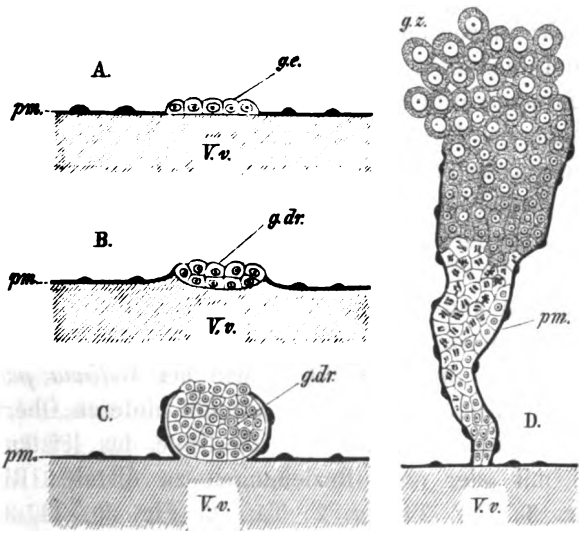
Die Hoden oder Eierstöcke treten bei den erwachsenen Individuen des entsprechenden Geschlechts[1] nur während der Brunstzeit deutlich hervor. Sie bilden dann an bestimmten Stellen vom Peritoneum aus in die Leibeshöhle vorspringende Zellklumpen, von welchen sich die jungen Geschlechtszellen ablösen. Im Cölom frei umherschwimmend verwandeln sich diese bei den Weibchen gewöhnlich direct in je ein Ei, bei den Männchen dagegen findet eine weitere Theilung derselben statt und erst diese Theilungsproducte entwickeln sich zu Samenkörperchen. Während der sterilen Lebensperioden sind die Bildungsstätten der Genitalproducte kaum oder gar nicht vom übrigen Peritoneum zu unterscheiden.

Der Bau der Drüsen im ausgebildeten Zustande ist je nach den Arten und auch dem Geschlechte verschieden. Es würde mich zu weit führen, wenn ich auf die einzelnen Varianten hier eingehen wollte; darum werde ich mich darauf beschränken als ein Beispiel die Ovarien von *Amphitrite rubra* zu beschreiben (vgl. den nebenan stehenden Holzschn. 3). Die Eierstöcke haben bei dieser Species die Gestalt langer am freien Ende kolbenartig verdickter Schläuche, welche am Bauchgefäß (*V.v*) befestigt sind (*D*). Bis auf das dicke Keulenende sind sie von einer einfachen Peritonealmembran (*p.m*) umgeben, innerhalb welcher die Bildung der jungen Eier in folgen-

[1] Die Terebelloiden sind getrennt geschlechtliche Würmer; nur eine im Golf von Neapel vorkommende *Pectinaria* ist constant hermaphroditisch — es ist der einzige mir bekannte Fall in dieser Gruppe.

Digitized by Google

der Weise vor sich geht: den untersten Theil der Drüse nimmt eine Zellmasse ein, deren Protoplasma kaum merklich in Zellbezirke eingetheilt ist und ziemlich helle, rundliche Kerne mit je einem dunklen Kernkörperchen enthält; hierauf folgt ein Abschnitt, in welchem die zahlreichen Kernmitosen auf eine starke Zelltheilung hinweisen, und in der oberen Hälfte befinden sich schließlich die aufwärts an Größe zunehmenden jungen Geschlechtszellen (*g.z*), die mit großen, blasigen Kernen und dunklen Nucleolen ausgestattet sind und Anfangs sich gegenseitig polygonal abplatten, dann aber sich abrundend in die Leibeshöhle hinaustreten. Im basalen Abschnitt ist das Proto-



Holzschnitt 3. Schematische Darstellung des Baues und der Entwicklung eines Ovariums von *Amphitrite rubra*.

g.dr = Geschlechtsdrüse, *g.e* = G.epithel, *g.z* = G.zellen (junge Eier), *p.m* = Peritoneum, *V.v* = Vas ventrale.

plasma dunkel und körnig, nach oben zu wird es heller, die Körnchen gröber, und nimmt so allmählich den Charakter des mit Nährstoffen erfüllten Eidotters an. Vor der Reife haben die Ovarien nicht diese Form, sondern erscheinen als vorspringende Verdickungen der Gefäßwände von weißlicher Farbe (Taf. 23 Fig. 1 *G.dr*; Holzschn. 3 *A*—*C*).

Die Entwicklung der ♀ Geschlechtsdrüse aus dem Peritoneum stelle ich mir so vor. Bei angehender Brunstzeit wird die Peritonealhülle an gewissen Stellen des Vas ventrale plasmareicher, granulirt, und ihre Kerne, die näher zusammenrücken, größer,

Digitized by Google

rundlich und heller — es kommt damit zur Bildung eines Geschlechtsepithel (A, *g.e*). Dieses fängt an zu wuchern, erhebt sich und zieht die benachbarte, unveränderte Partie des Peritoneums nach, welches nun unten die Anfangs vom Blute bespülte Zellschicht allmählich gegen das Gefäßlumen abgrenzt, indem es sich von allen Seiten her dazwischen schiebt (B, C); so entsteht die nach oben offene, junge Drüse (*g.dr*), die durch fortschreitendes Längenwachsthum die beschriebene, schlauchförmige Gestalt erhält.

Was die Lage der ♀ und auch der ♂ Genitaldrüsen betrifft, so sind sie bei *A. rubra* mit ihren basalen Theilen an der oberen Seite des Bauchgefäßes befestigt, wobei eine bilaterale Anordnung derselben nicht zu verkennen ist (Taf. 25 Fig. 13 *G.dr*); sie befinden sich somit im medianen, unteren Abschnitt der Darmkammer, wo ihre keulenförmig verdickten Enden zwischen den beiden Hälften der Bauchdrüsenmasse (*B.dr*) hervorragen (Taf. 22 Fig. 2 *G.dr*)[1].

Bei anderen Arten erstrecken sich die Ovarien und Hoden vom Vas ventrale aus auch noch auf die medianen Enden der intersegmentalen Seitenzweige des ersteren, wie z. B. bei *Lanice conchilega* (Taf. 23 Fig. 3 *G.dr*); hier bilden sie eine krause Masse um die Blutgefäße herum und sind ganz von der Bauchdrüse verdeckt. Gelegentlich kommen sie auch nur an den transversalen Gefäßen vor (*Polymnia nebulosa*) und schließlich, wie bei *Melinna palmata*, im oberen Theile der Lateralkammern an der hinteren Oberfläche der Nierenkammersepten (D^4) und der Oberlippe des letzten Trichterpaares (Tr^4) mit oder ohne Beziehungen zu distalen Ringgefäßen (Taf. 22 Fig. 3; Taf. 23 Fig. 2; Taf. 25 Fig. 30, 33, 34 *G.dr*).

In Bezug auf die innere Eintheilung der Leibeshöhle in der Längsrichtung gehören die Geschlechtsdrüsen bei den Terebelloiden stets dem hinteren Thoracalraume an; ausnahmsweise wie z. B. bei *Melinna* sind sie auch im Abdomen vorhanden, vor dem Diaphragma dagegen fehlen sie immer.

Gewöhnlich treten sie dabei nur in wenigen vorderen Segmenten der postdiaphragmalen Thoracalregion auf, so bei *A. rubra* vom

[1] Die erste richtige Angabe über den Ort der Bildung von Eiern und Sperma bei den Terebelloiden verdanken wir Cosmovici (1879—1880), welcher bei »*Terebella gigantea*«, einer unserer *Amphitrite rubra* sehr nahe stehenden Art (vielleicht *A. intermedia* Mgrn.), die Geschlechtsdrüsen in ganz ähnlicher Gestalt und Lage beschreibt. Seine diese Verhältnisse bei »*Terebella conchilega*« und *Pectinaria belgica* betreffende Darstellung muss ich jedoch als verfehlt bezeichnen.

Digitized by Google

6.—13. Zonite (Taf. 23 Fig. 1), bei *Lanice* nur im 7. und 8. (Taf. 23 Fig. 3), bei *Melinna palmata* dagegen in einer langen Reihe von Körperringen angefangen vom 7. bis weit in die Schwanzregion hinein und bei dieser Species in streng metamerer Anordnung.

Die Producte der Geschlechtsdrüsen, Spermatozoen und Eier, erscheinen in so großen Mengen während und kurz vor der Zeit der Begattung, dass sie die Leibeshöhle im hinteren Theile des Vorderkörpers und im ganzen Schwanzende vollkommen ausfüllen; in den vorderen Thoracalraum gelangen sie aber nie, woran sie das Diaphragma verhindert.

Da die Hoden und die Eierstöcke während der ungeschlechtlichen Zeit eigentlich gar nicht vorhanden sind und nach der Brunstzeit verschwinden, um sich beim Wiedereintreten derselben von Neuem zu bilden, so ist nicht allein ihre Thätigkeit, sondern auch das Auftreten der Geschlechtsdrüsen periodisch.

Eine zweite Art von Peritonealdrüsen, welche geformte, zellige Elemente liefern, bilden

die Lymphkörperdrüsen oder Bildungsstätten der lymphoiden Zellen.

In ihrem Baue sind sie den Geschlechtsdrüsen ähnlich, indem auch bei ihnen von einer drüsig modificirten, plasma- und kernreichen Peritonealschicht die hier stattfindende Zellwucherung ausgeht (Taf. 27 Fig. 26 *P.dr*). Als Unterschied zwischen den beiden verglichenen Drüsenarten wäre hervorzuheben, dass bei der ersteren die peritoneale Hüllmembran fehlt, die Kerne der basalen Schicht dichter gedrängt, kleiner, dunkel, körnig und die Zellgrenzen in derselben ganz verwischt sind. Gegen die Leibeshöhle hin wird das Gefüge dieser lymphoiden Drüsen lockerer, und die einzelnen Zellen, mit einem hellen, körnigen Plasma versehen, treten deutlich hervor; in Folge dessen erhält das ganze Organ, von dessen Oberfläche sich die Lymphkörperchen (*lz*) ablösen, ein traubenförmiges Aussehen (Taf. 27 Fig. 17 *P.dr*).

Die Entwicklung dieser Peritonealdrüsenart vollzieht sich bei unseren Würmern schon auf einem verhältnismäßig frühen Stadium des Larvenlebens, jedoch zu einer Zeit, wo das Peritoneum bereits seine definitive histologische Structur erlangt hat; der Vorgang ist dabei ein sehr einfacher und demjenigen ganz ähnlich, wie ihn die Geschlechtsdrüsen am Anfange ihres jedesmaligen Erscheinens beurkunden.

Digitized by Google

Ihre Lage haben die Lymphkörperdrüsen gewöhnlich im Bereiche der Nierenkammern an der Seitenlinie und stehen dort in ziemlich nahen Beziehungen zu den Segmentgrenzen. In denjenigen Körperabschnitten, wo Nephridien vorkommen, treten sie in der Regel an der äußeren, nicht bewimperten Seite der unteren Trichterlippen auf; hier finden wir sie an den vorderen Nierenorganen bei *Amphitrite rubra* (Taf. 23 Fig. 1 an N^{I}—N^{III}; Taf. 25 Fig. 1—6 *P.dr*) und bei *Polymnia nebulosa* (Taf. 27 Fig. 26 *P.dr*), so wie an allen Nephridialtrichtern von *Lanice conchilega* (Taf. 23 Fig. 3 an N^{I}—N^{7}; Taf. 25 Fig. 14, 16—19, 23 *P.dr*). An den hinteren Organen der ersten Species fehlen sie ganz, bei der zweiten dagegen sind sie vorhanden, sitzen denselben aber auf der Grenze zwischen Trichtercanal und Nierenschlauch auf und lehnen sich dem Parapodialgefäße (*V.p*) an, welches über die Nephridien hinweggeht[1] (Taf. 27 Fig. 23—25 *P.dr*); in ähnlichen Beziehungen befinden sie sich auch zu den Kiemenvenen ($Ki.^{I}v$—$Ki.^{III}v$) während der Entwicklung der vorderen Excretionsorgane (Taf. 27 Fig. 17—20 *P.dr*). Im hinteren Thoracalraume, wo keine Nephridien mehr vorkommen, liegen die lymphoiden Drüsen bei *Amphitrite* der Vorderseite der Nierenkammersepten (*D'*) an deren äußeren Kante im Gebiete der Seitenlinie an (Taf. 22 Fig. 2; Taf. 23 Fig. 1 *P.dr*), bei *Polymnia* und *Lanice* in entsprechender Weise an intersegmentalen Hautgefäßen, welche in Bezug auf ihren Verlauf die Lage der Außenkante jener Septen nachahmen (Taf. 22 Fig. 1, 5; Taf. 23 Fig. 3 *P.dr*)[2].

Wie aus der Lagebestimmung der Lymphkörperdrüsen hervorgeht, ist das Vorkommen derselben kein so beschränktes im Wurmkörper, wie dasjenige der Geschlechtsdrüsen, da die ersteren sowohl im vorderen als im hinteren Thoracalraume stets vorhanden sind: vorn fehlen sie nur im Kopfmundsegment. Was den Hinterleib anbelangt, so habe ich diesbezüglich denselben nicht untersucht.

Die Anordnung der in Rede stehenden Organe ist durchaus metamer und bilateral symmetrisch.

Die zelligen Producte dieser Drüsen sind die sog. lymphoiden

---

[1] Auch KÜCKENTHAL fand die Bildungsstätten der Lymphkörperchen bei *Polymnia nebulosa* und *nesidensis* an dieser Stelle: »Die Zellhaufen,« sagt er, »sitzen ganz regelmäßig und leicht zu sehen an dem Blutgefäße der Segmentalorgane« (welches ich als Parapodialgefäß bezeichne) »und finden sich selbst in den hinteren Segmenten noch da, wo letztere bereits fehlen« (1885, p. 359).

[2] Wo sich die lymphoiden Zellen bei *Melinna palmata* bilden, kann ich vorläufig noch nicht mit Bestimmtheit angeben.

Digitized by Google

Zellen oder einfacher Lymphkörperchen, welche die geformten Elemente der Lymphe vorstellen und in großer Anzahl in der allgemeinen Leibeshöhle vorkommen. Diese freien Zellen enthalten meist einen mittelgroßen, bald ovalen, bald rundlichen, dunklen Kern mit mehreren Nucleolen und in ihrem körnigen Protoplasma häufig eine recht ansehnliche Anhäufung von bräunlich gelbem Pigment, ähnlich wie die Excretionszellen der Nephridialschläuche, nur nicht in Form von krystallinischen Concrementen, sondern von runden Tröpfchen. Die Gestalt, in welcher die Lymphzellen auftreten, bietet eine große Mannigfaltigkeit dar, was ich in meiner Monographie eingehender berücksichtigen werde; hier gestatten es mir die Raumverhältnisse nicht[1]. In Übereinstimmung mit dem Vorkommen ihrer Bildungsstätten sind die Lymphkörperchen sowohl vor als hinter dem Diaphragma vorhanden, und nur während der Brunstzeit nimmt ihre Anzahl im hinteren Thoracalraume und im Abdomen zu Gunsten der sich entwickelnden Geschlechtsproducte sehr bedeutend ab.

In Folge der frühzeitigen Anlage und des ununterbrochenen Bestehens ist die schon bei sehr jungen Thieren beginnende Thätigkeit dieser lymphoiden Drüsen auch während der ganzen übrigen Lebenszeit eine permanente; herabgestimmt erscheint sie im hinteren Theile des Vorder- und wahrscheinlich auch im Hinterkörper, wenn die Hohlräume derselben von Eiern oder Sperma eingenommen sind.

Über den Ursprung der Leibesflüssigkeit zu verhandeln wäre hier nicht der richtige Ort, allein bei den mit Blutgefäßen ausgestatteten Terebelloiden finden wir eine gewisse Form von Peritonealdrüsen, deren Function, wie oben gesagt, darin zu bestehen scheint, dass sie irgend welche flüssige Elemente ausscheiden, die sich mit der Lymphe vermischen und somit einen Bestandtheil derselben bilden würden. Diese Organe nenne ich

pigmentirte Lymphdrüsen,

weil sie sich dadurch auszeichnen, dass ihre Zellen im körnigen Protoplasma rings um die dunklen, runden Kerne herum eine Menge

[1] Hinweisen möchte ich hier noch auf das merkwürdige Verhalten, dass bei den gefäßlosen Polycirrideen, abgesehen von den eigentlichen Lymphkörperchen, noch andere auch freie Zellen in großer Menge in der Leibesflüssigkeit umherschwimmen, welche durch und durch von einer Art Blutpigment durchtränkt sind und somit die Rolle von gefärbten Blutkörperchen zu übernehmen scheinen; diese Thiere hätten demnach ähnlich wie die Capitelliden eine »Hämolymphe« (Eisig). Die echten Blutkörperchen, welche bei den übrigen Terebelloiden in der rothen Flüssigkeit der Gefäße vorkommen, sind immer farblos.

Digitized by Google

meist dunkelbraunen Pigments enthalten; in Bezug auf ihren Bau erscheinen sie in Gestalt einer einfachen, drüsig differenzirten, peritonealen Zellschicht.

Sie kommen nur an den respiratorischen Gefäßschlingen, also innerhalb der Kiemenhöhlen, vor, wo sie sich entweder an den blutzuführenden Kiemenarterien oder zugleich auch an den Venen befinden, und bilden einen Theil der peritonealen Wandungen dieser Gefäße.

Die Lage derselben habe ich beispielsweise in dem halbschematischen Organisationsbilde von *Melinna palmata* angedeutet (Taf. 23 Fig. 2), bei welcher sie an beiden Gefäßarten (*Ki.*^{II}a, *Ki.*^{II}v) in allen vier Paar Kiemen (*Ki*^{1}—*Ki*^{4}) auftreten.

Da ich niemals beobachtet habe, dass sich zellige Elemente von diesen Gebilden ablösen, sie aber einen unbestreitbar drüsigen Charakter haben, so muss ich vermuthen, dass die Producte ihrer Thätigkeit nur flüssige Stoffe sein können, welche aus dem Blute durch die Schicht der pigmenthaltigen Drüsenzellen verwandelt in das Cölom hineinfiltrirt werden und sich der übrigen Lymphe beigesellen.

B. Physiologische Betrachtungen.

6. Die Functionen des Nephridialsystems.

In der Einleitung zu der vorliegenden Studie ist schon erwähnt, dass gewisse Paare der uns beschäftigenden Organe bei den Terebelloiden außer der excretorischen Thätigkeit auch noch als Ausführungswege für die Geschlechtsprodukte dienen. Wie die Nephridien diesen zwei verschiedenen Aufgaben zugleich gerecht werden können, lehrt uns die Beobachtung der Wirkungsweise ihrer einzelnen Theile.

Die allgemeinen Functionen der Nephridien.

In Folge ihres anatomisch-histologischen Baues erscheinen sämmtliche Nephridialtrichter dazu befähigt, die geformten, einzelligen Elemente, welche frei in der Leibeshöhle umherschwimmen, also die Lymphkörperchen und auch die Spermatozoiden und Eier, wo solche vorhanden sind, aufzufangen und den nächstfolgenden Organabschnitten zu übergeben.

Die langen Cilien der Trichterrinne, welche als »Wimperflamme« in den Canal hineinschlagen, rufen einen Strudel hervor, der alle

Digitized by Google

in der Nähe befindlichen Gegenstände mit sich fortreißt. Die kurzen Flimmerhärchen an der Unterlippe und bei den hinteren Nephridien auch an der Oberlippe scheinen dazu zu dienen, die in ihren Wirkungskreis gerathenen festen Körperchen längs der Oberfläche des betreffenden Epithels zur Rinne hin zu befördern und sie so dem Strudel der ersteren auszuliefern. Eine ganz analoge Actionsweise dicht und kurz bewimperter Flächen sehen wir z. B. in gewissen Abschnitten des Darmcanals.

Bei der Aufnahme flottirender Körperchen aus der Leibesflüssigkeit erscheinen die Oberlippen der Trichter als eine sehr erfolgreiche Hilfsvorrichtung, indem sich die ersteren, wenn sie durch eine entsprechende Contraction des Hautmuskelschlauches von vorn nach hinten getrieben werden, an diesen segelartig ausgespannten Häuten verfangen und von den Wimpern auf der Vorderseite derselben weiter expedirt werden.

Durch die Trichtercanäle passiren die gefangenen lymphoiden Zellen oder Geschlechtsprodukte aus dem Cölom in die schlauchförmigen Theile der Organe.

Die specifische Function der Nephridialschläuche ist bestimmt durch den Charakter ihrer epithelialen Wandung und so bilden sie den Ort, wo die eigentlich excretorischen Vorgänge stattfinden.

Bei der histologischen Beschreibung des Excretionsepithels von *Amphitrite rubra* habe ich darauf hingewiesen, dass im Protoplasma der Zellen zweierlei Ausscheidungsproducte erzeugt werden: erstens die pigmentirten, krystallinischen Concretionen und zweitens die klare Excretionsflüssigkeit in den Vacuolen. Außerdem sahen wir, dass die beiden Zellarten, welche vorwiegend die eine oder die andere Form von Producten enthalten, in den vorderen Nierenschläuchen nicht gleichmäßig vertheilt sind, sondern die Bildung der festen Ausscheidungsstoffe im Innenschenkel, die der flüssigen dagegen im Außenschenkel vorherrschend ist. Bei gut entwickelten Nierenschläuchen macht sich demnach eine Localisirung der excretorischen Thätigkeit in dieser Hinsicht bemerkbar.

Bringt man den Umstand in Erwägung, dass die basale Oberfläche des Excretionsepithels von der Leibesflüssigkeit nur durch die dünne Peritonealmembran geschieden ist, so liegt der Gedanke nahe, dass die Drüsenzellen des ersteren auf diosmotischem Wege gewisse Bestandtheile aus der flüssigen Lymphe, welche die Nierenorgane umspült, aufnehmen, um sie zu jenen Ausscheidungsproducten

Digitized by Google

zu verarbeiten. Nicht unmöglich ist es, dass gerade die pigmentirten Lymphdrüsen solche Stoffe aus dem Blute in die Leibesflüssigkeit ausscheiden, da sie eben in derjenigen Körperregion, nämlich im vorderen Thoracalraume, vorkommen, wo die excretorischen Theile der Nephridien am stärksten ausgebildet sind.

In vielen Fällen sind die Nierenschläuche mit einem dichten, ihrer Peritonealhülle angehörigen Gefäßnetz umsponnen; daher wird es mehr als wahrscheinlich, dass die Ausscheidungsorgane die Excretionsstoffe auch direct aus dem Blute beziehen könnten.

Durch die Thätigkeit der Wimpertrichter gelangen nun ferner auch die geformten Elemente der Lymphe ins Innere der Nephridien und zwar in sehr bedeutenden Quantitäten; das ganze Lumen derselben findet man häufig mit lymphoiden Zellen erfüllt, welchen eine mehr oder minder große Menge von Excretionskörnchen beigemengt ist. Im centripetalen Abschnitt der Schläuche sind die Lymphkörperchen in der Regel ganz unverändert, je mehr sie sich aber dem distalen Ende der ersteren nähern, um so unkenntlicher wird ihre Form; schließlich fallen sie einer gänzlichen Zerstörung anheim und bilden dann zusammen mit den krystallinischen Concretionen eine detritusartige Masse. Dieses wäre das Schicksal der Lymphkörperchen, die in den Binnenraum der Nephridialschläuche gerathen; auch sie betheiligen sich demgemäß allem Anscheine nach an dem hier vor sich gehenden Excretionsprocesse, wofür noch die in ihnen enthaltenen Pigmenttröpfchen durch ihre Ähnlichkeit mit den Excretionskörnchen der Nierenzellen zu sprechen scheinen.

Zeitweise werden durch die Trichter in den schlauchförmigen Abschnitt der Organe auch die Geschlechtsproducte eingeführt, welche sich hier aber nur vorübergehend aufhalten und keine weiteren Veränderungen zu erleiden scheinen. Man könnte vielleicht glauben, dass es die Nephridien seien, welche den die abgelegten Eier einhüllenden, schleimigen Stoff secerniren, dieses kann ich jedoch wenigstens für die Terebelloiden mit Bestimmtheit bestreiten[1].

In Folge des beständigen Wimperspieles an der inneren Oberfläche wird der ganze Inhalt der Nephridialcanäle allmählich gegen die äußere Mündung hin weiter befördert; so erhalten die Schläuche

[1] Mit der Bereitung der Schleimhülle, welche z. B. bei *Polymnia nebulosa* die Eier zu den bekannten, am Eingange der Wohnröhren befestigten Ballen vereinigen, scheinen vielmehr gewisse polsterartige, drüsige Hautverdickungen in der nächsten Umgebung der hinteren Nephridialporen betraut zu sein, welche besonders während der Geschlechtsreife ein turgescentes Aussehen annehmen.

Digitized by Google

noch die Bedeutung von activen Leitungswegen nicht nur für die in ihnen bereiteten Excretionsstoffe, sondern auch für die Überreste der zerfallenen Lymphkörperchen und eventuell für die Eier und Spermatozoiden.

Die distalen Sammelbehälter und die Nephridialgänge, welche als parietale Theile des Nephridialsystems bei einigen Formen der Gruppe vorkommen, haben im Allgemeinen dieselben Befugnisse, wie die zuletzt besprochenen Abschnitte. Bei der gleichen Beschaffenheit ihrer der Leibeshöhle zugekehrten Wandungen sind auch sie zu selbständig excretorischer Thätigkeit geeignet, und die innere Bewimperung ruft eine ähnliche Bewegung im Lumen hervor wie dort. In ihren Außenwänden dagegen, welche dem Hautmuskelschlauche anliegen und aus einem ganz flachen Flimmerepithel bestehen, kann wohl gar kein oder nur ein sehr minimaler Ausscheidungsprocess statthaben, woher diese Partie ausschließlich oder hauptsächlich als leitende Oberfläche erscheint.

Außerdem können wir aber die Enderweiterungen der Nephridialschläuche und auch die longitudinalen Gänge bis zu einem gewissen Grade als terminale Behälter betrachten, in welchen sich die aus dem Inneren der Schläuche kommenden, festen und flüssigen Elemente ansammeln, um dann wahrscheinlich in größeren Mengen auf einmal nach außen entleert zu werden. So bilden diese Einrichtungen, wo sie vorhanden sind, eine Vermittlung zwischen den Nierenschleifen und den äußeren Mündungen.

Die Möglichkeit einer Entwicklung der Eier im Inneren der Nephridialschläuche oder -gänge[1] bei den Terebelloiden muss ich, abgesehen davon, dass mir nie etwas Derartiges zu Gesichte gekommen ist, schon allein desswegen bezweifeln, weil die Raumverhältnisse innerhalb dieser Organe nur für eine relativ geringe Anzahl von Eiern ausreichend sind und man doch nicht gut annehmen könnte, dass der größte Theil der ungeheueren Mengen der letzteren, welche zu gleicher Zeit im Körper reif werden, nutzlos zu Grunde gehen sollte.

Die Bedeutung der Ausmündungscanäle und Nephridialporen bedarf keiner weiteren Besprechung; hervorzuheben wäre allenfalls, dass die sphincterartige Anordnung der subcutanen Muskelfasern im Bereiche der Porophore eine Verschlussvorkehrung darstellt, welche das Eindringen des Wassers von außen nach innen

[1] Vgl. Bate 1850.

Digitized by Google

so wie umgekehrt ein constantes Ausströmen des Inhaltes aus den Organen verhindert.

Die speciellen Functionen der vorderen und hinteren Nephridien.

Ein Vergleich der Nephridien beider Kategorien bei *Amphitrite rubra*, wo wir dieselben genauer betrachtet, und wo sie in Bezug auf ihren anatomisch-histologischen Bau ein für die Gruppe typisches Verhalten haben, zeigt uns, dass diese Organe durchweg nach demselben Grundplan gebildet sind und auch überall die gleiche elementare Ausstattung besitzen; hieraus lässt sich der Schluss ziehen, dass sie alle qualitativ die nämlichen Leistungen ausführen könnten. Allein die verschiedene Ausbildung ihrer Theile weist darauf hin, dass eine Arbeitstheilung unter den vorderen und hinteren Paaren stattfinden muss; eine solche ist in der That vorhanden und wird bedingt durch die Verschiedenheit der Elemente, welche in der Leibesflüssigkeit vor und hinter dem Diaphragma vorkommen.

Bei den vorderen Nephridien hat vor Allem das Epithel der außerordentlich stark entwickelten Schlauchtheile in seiner Gesammtheit eine sehr große excretorische Oberfläche, woher die Ausscheidung der charakteristischen, festen und flüssigen Excretionsproducte und ihre Entfernung aus dem Körper als Hauptfunction dieser Organe betrachtet werden muss; damit steht auch im Einklange, dass sich in ihrer Nähe die pigmentirten Lymphdrüsen befinden. Durch ihre relativ kleinen Trichter stehen sie alle in directer Communication mit dem vorderen Thoracalraum, aus welchem sie die dort umherschwimmenden lymphoiden Zellen aufnehmen; da von diesen Elementen im bezeichneten Cölomabschnitte nur eine verhältnismäßig geringe Menge überhaupt gebildet werden, so erscheint die Zerstörung und Ausfuhr der verbrauchten Lymphkörperchen im Vergleich zur ersten als Nebenfunction der vorderen Paare. Das Diaphragma verhindert ferner das Vordringen der Geschlechtsproducte bis in den Wirkungsbezirk der Wimpertrichter jener, und somit wären die typischen drei Paar vorderen Nephridien Excretionsorgane par excellence.

Hinter dem Diaphragma fällt die Extraction der aus der flüssigen Lymphe zu entfernenden Stoffe hauptsächlich dem dritten Paare der vorderen Nierenorgane anheim; eine Unterstützung in diesem Geschäfte erhalten die letzteren jedoch durch die Thätigkeit des Excretionsepithels in den kurzen Schläuchen

Digitized by Google

der hinteren Nephridien, wenngleich diese im Ganzen auch nur wenig Ausscheidungsproducte und zwar zum größten Theil in fester Form liefern. Indem also diese Art des excretorischen Vorganges bei den postdiaphragmalen Organen von nebensächlicher Bedeutung ist, tritt bei ihnen die Aufnahme geformter, zelliger Elemente aus der Leibesflüssigkeit, wozu sie die großen, kräftigen Wimpertrichter besonders geeignet machen, und deren Ausführung aus dem Körper in den Vordergrund: da nun aber im hinteren Thoracalraum und in den abdominalen Segmenthöhlen, die mit dem ersteren durch die Dissepimentausschnitte communiciren, die frei umherschwimmenden einzelligen Gebilde zu verschiedenen Zeiten verschiedene sind, so ist auch die Hauptfunction der hinteren Nephridien nicht beständig dieselbe, sondern eine periodisch wechselnde.

Während der ungeschlechtlichen Lebensperioden enthält die Lymphe in den genannten Körperregionen eine außerordentlich große Anzahl von lymphoiden Zellen, welche in die hinteren Nephridien gelangend sich allmählich zersetzen und durch dieselben nach außen entleert werden; man findet dann das Lumen dieser Organe gewöhnlich ganz voll von solchen Elementen und den Producten ihres Zerfalles. Es würde zu dieser Zeit demnach die Hauptaufgabe der hinteren Nephridienpaare in der Zersetzung und Entfernung der verbrauchten Lymphkörperchen aus dem Körper bestehen.

Wenn dagegen die Eier oder Spermatozoiden bei einem Thiere zu reifen beginnen, nimmt die Bildung der Lymphzellen allmählich ab, so dass die Menge der letzteren während der Geschlechtsreife in den beiden hinteren Cölomabschnitten eine verschwindend kleine ist; damit hört nun auch die eben beschriebene Thätigkeit der entsprechenden Nephridien, welche nach dem Obigen auch als ein besonderer excretorischer Process aufgefasst werden muss, von selbst auf, und diese Organe stehen nun als active Ausführungsgänge den geschlechtlichen Verrichtungen der Würmer zu Diensten. Die zweite in der Brunstzeit eintretende Hauptfunction der hinteren Paare des Nephridialsystems ist somit das Auffangen und Hinausleiten der Geschlechtsproducte aus der Leibeshöhle ins Freie; diese Leistung kommt den hinteren Organen allein zu und zeichnet sie den vorderen gegenüber aus.

Die Variationen auf das hier geschilderte Thema, welche in der Gruppe der Terebelloiden vorkommen, ergeben sich aus der relativen Ausbildung und Zahl der vorderen und hinteren Nephridien für jeden einzelnen Fall von selbst. Wir haben Arten, bei denen

Digitized by Google

alle Organe eine beinahe gleiche Ausbildung zeigen (*Nicolea venustula*, *Amaea trilobata*, *Petta pusilla*, die Amphareteen) und dem entsprechend auch zur Ausübung derselben Functionen befähigt sind, nur ist zu bemerken, dass die vorderen Paare nie die Rolle von Genitalschläuchen übernehmen können, da die Geschlechtsproducte durch das Diaphragma vom vorderen Thoracalraume zurückgehalten werden und in diesem selbst niemals entstehen. Ferner haben wir gesehen, dass bei gewissen Formen (*Polymnia nesidensis*, *Trichobranchus glacialis*) in den hinteren Nephridien kein echtes Excretionsepithel zur Entwicklung gelangt; diese würden also nur abwechselnd Lymphkörperchen und Sperma oder Eier hinauszuleiten haben, wogegen die Bereitung der specifischen, festen und flüssigen Ausscheidungsproducte ausschließlich den vorderen Paaren überlassen wäre. Umgekehrt kennen wir Beispiele, wo die hinteren Nierenorgane in jeder Beziehung mehr entwickelt sind als die vorderen (Gattung *Thelepus*, *Lanice conchilega*, *Loimia medusa*, *Pista cretacea*) und in Folge dessen auch in jeder Weise eine energischere Thätigkeit an den Tag legen können als jene; das Äußerste in dieser Richtung ist bei *Pista cristata* erreicht, wo überhaupt nur zwei Paar hintere Nephridien vorhanden sind, die also allen Functionen zusammen gerecht werden müssen.

Wenn bei der letztgenannten Species die gleichmäßig starke Ausbildung dieser Organe (sie haben riesige Trichter und außerordentlich lange, dicke Nierenschläuche) auch nichts zu wünschen übrig lässt, so drängt sich uns dennoch unwillkürlich die Frage auf: in welcher Weise vollzieht sich der Ausscheidungsprocess aus der im vorderen Thoracalraume eingeschlossenen Lymphe, wo sich überdies noch die pigmentirten Lymphdrüsen befinden, und wohin sich doch gar keine Nephridialtrichter öffnen? Über das Schicksal der lymphoiden Zellen in diesem Cölomabschnitte fehlen mir bislang noch die directen Beobachtungen; ich kann also nur die Vermuthung aussprechen, dass sie nach ihrem Ableben sich eben daselbst zersetzen, ihre Degenerationsproducte aber sich verflüssigen und der Leibesflüssigkeit beigesellen. Was diese letztere betrifft, so wird es nicht befremden, wenn ich annehme, dass ein Austausch der in ihr gelösten Bestandtheile durch das membranöse Diaphragma hindurch mit denjenigen der flüssigen Lymphe im folgenden Thoracalraume stattfinden muss; nur so können die einzig vorhandenen hinteren Nephridien als Excretionsorgane für den ganzen Körper functioniren. Dasselbe würde in umgekehrter Weise

Digitized by Google

auch für diejenigen Fälle gelten müssen, wo das Excretionsepithel in den hinteren Paaren nur wenig oder gar nicht entwickelt ist, und die vorderen Nierenorgane mit allen ihren Theilen im prädiaphragmalen Theile der allgemeinen Leibeshöhle liegen; ein solcher Fall tritt z. B. dann ein, wenn von den typischen drei Paar vorderen Nephridien nur das erste entwickelt ist (*Amphitrite cirrata*, *Lepraea lapidaria*, *Terebellides Stroemii*).

Die speciellen Functionen der vorderen und hinteren Nephridialgänge bei *Lanice* und *Loimia* bieten bloß in so fern etwas Besonderes, als die ersteren die Ausführung der im zweiten und dritten Paare der vorderen Nierenschläuche erzeugten Excretionsstoffe ermöglichen, da hier überhaupt nur ein Paar Ausmündungen vorhanden ist, welches dem ersten Nephridienpaar entspricht; die hinteren Gänge würden sich ferner den vorderen gegenüber dadurch auszeichnen, dass in ihnen zeitweise die Geschlechtsproducte sich aufhalten, bevor sie durch die Nephridialporen nach außen entleert werden. Die Zweckmäßigkeit einer Sonderung der ursprünglich aller Wahrscheinlichkeit nach einheitlichen Längscanäle in je einen vorderen und einen hinteren Abschnitt möchte vielleicht darin bestehen, dass so den hinter dem Diaphragma befindlichen Eiern oder Spermatozoiden jegliche Möglichkeit genommen ist, in den Bereich des vorderen Thoracalraumes oder auch nur dessen Nephridialsystem zu gelangen und dessen Thätigkeit zu beeinträchtigen.

Beachtenswerth ist das Verhalten der hinteren Nephridialtrichter von *Melinna palmata*. Indem das zweite auch schon hinter dem Diaphragma gelegene Trichterpaar klein und eben so gebaut ist wie das vordere, so ist es unwahrscheinlich, dass sich die entsprechenden Nephridien als Ausführungswege für die Geschlechtsproducte besonders thätig erweisen; dieses Geschäft können hingegen die zwei Paar letzten Organe mit viel besserem Erfolge verrichten, da sie mit großen, weit geöffneten Wimpertrichtern ausgestattet sind. Zu Hilfe kommen ihnen dabei die beiden flimmernden Längsrinnen, welche jedenfalls dazu dienen, Sperma und Eier aus der Darmkammer des ganzen hinteren Thoracalraumes zu den ersteren hinzuleiten.

Digitized by Google

C. Ontogenetische Beobachtungen.

7. Die Entwicklung der definitiven Nephridien bei *Polymnia nebulosa* Mont.

Alle bleibenden Nephridien entstehen zu einer Zeit, wenn das Peritoneum in der bereits segmentirten Larve im Allgemeinen schon den histologischen Charakter angenommen hat, den es bei den erwachsenen Thieren besitzt. Aus faltenartigen Erhebungen desselben, welche sich gegen die gesonderte Anlage des Nephridialschlauches hin nach hinten ausstülpen, mit den letzteren in Verbindung treten und sich mit einem inneren Wimperbesatz bekleiden, gehen die Trichter hervor; die Schläuche dagegen bilden sich aus retroperitonealen, Anfangs soliden Zellsträngen, die nach ihrer Vereinigung mit den Nephrostomen einen flimmernden, terminal nach außen durchbrechenden Achsencanal erhalten und zu zweischenkeligen Schleifen auswachsen (Taf. 27 Fig. 14—25).

Die Anlage und allgemeine Differenzirung der einzelnen Theile.

Das Erste, wodurch sich die beginnende Bildung der Wimpertrichter bemerkbar macht, sind Gruppen von dichter angeordneten Kernen im Peritoneum, welche auf den betreffenden Zonitgrenzen quer über die Seitenlinie (*S.L*) und den oberen Abschnitt der neuralen Längsmusculatur (*nm*) sich hinziehen (Fig. 16 Tr^{II}, Fig. 14 Tr^{I}); an diesen Stellen erhebt sich nun die Peritonealmembran zuerst im Bereiche der Seitenlinie zu einer verticalen, in die Leibeshöhle vorspringenden Falte (Fig. 19 Tr^{II}, 21 Tr^{4}). Die vordere Lamelle der letzteren stülpt sich darauf längs der oberen Kante des Bauchmuskelfeldes nach hinten in der Weise aus, dass sie einen vorläufig noch blind endenden Trichter bildet, welcher nach außen von dem ihn nun bedeckenden, hinteren Blatte der Falte, also zwischen der Körperwand und dem Peritoneum des nächstfolgenden Segments zu liegen kommt (Fig. 20: Fig. 22 $Tr.^{4}$); damit wäre die Eingangsöffnung in den Trichter und auch dessen Oberlippe ($Tr.^{II}o.L$) angelegt.

Indem die Zellen an der vorderen Oberfläche der Peritonealfalte Cilien erhalten, eine cubische Gestalt annehmen, und ihre Kerne sich abrunden, die erstere aber zugleich immer breiter und größer wird,

Digitized by Google

erreichen die Oberlippen die für die vorderen oder hinteren Organe eigenthümliche Form (Fig. 15—17 *Tr.*^{I}*o.L*; Fig. 23, 24 *Tr.*^{6}*o.L*, Fig. 25 *Tr.*^{5}*o.L*); das mediane, spitze Ende, welches sich in histologischer Hinsicht nicht differenzirt, stellt nachher die sog. Trichtermembran vor (Fig. 25 *Tr.*^{5}*M*).

Die hintere Spitze der Trichteranlage wächst in die Länge, vereinigt sich mit der Anlage des zugehörigen Nephridialschlauches, gegen dessen sich bildendes Lumen sie sich öffnet, und ihre innere peritoneale Zellschicht erfährt dieselben Veränderungen wie das vordere Epithel der Oberlippe; so entsteht der Trichtercanal (Fig. 23, 24; Fig. 15—17 *Tr.*^{I}*C*; Fig. 25 *Tr.*^{5}*C*).

Die Unterlippen der Trichter nehmen ihren Ursprung aus einer Zellwucherung des parietalen Peritoneums, welche dicht vor der inneren Mündung der Nephridien im Bereiche des neuralen Längsmuskelfeldes beginnend längs der basalen Kante der Oberlippe quer über die Seitenlinie aufwärts fortschreitet und sich allmählich erst polsterartig, dann leistenförmig emporhebt; die einzelnen Zellen sind gleich bei ihrem ersten Auftreten etwas größer und bekleiden sich bald mit kurzen, dicht gedrängten Flimmerhaaren (Fig. 15—17 *Tr.*^{I}*u.L*, Fig. 18 bei *Tr.*^{I}; Fig. 20 *Tr.*^{II}*u.L*; Fig. 23, 24 *Tr.*^{6}*u.L*; Fig. 25 *Tr.*^{5}*u.L*). Mit der Ausbildung der Unterlippe kommt zugleich auch die definitive Trichterrinne zu Stande.

Wie die peritoneale Hülle der Trichterapparate entsteht, ist aus dem Vorhergehenden von selbst ersichtlich. Zu bemerken wäre noch, dass schräg über die Anlagen der Nephrostomen verlaufende, einfache Muskelfasern (*m*) in die Bildung der Oberlippen mit hineingezogen werden.

Die Entwicklung der Nephridialschläuche beginnt entweder gleichzeitig oder etwas später als diejenige der entsprechenden Wimpertrichter. In einiger Entfernung hinter der blindsackartigen Trichterausstülpung sieht man zuerst bloß einige etwas größere Zellen, welche ein körniges Protoplasma und runde, relativ große Kerne besitzen; sie sind meistens längs der unteren Grenze der Seitenlinie in einer Reihe angeordnet und liegen allem Anscheine nach außerhalb des Peritoneums (Fig. 20 *N.*^{II}*S*; Fig. 22 *N.*^{4}*S*). Bald vermehren sie sich und bilden mehrreihige, mehrschichtige Zellstränge (Fig. 14 *N.*^{I}*S*, Fig. 18 *N.*^{III}*S*; Fig. 23 *N.*^{6}*S*), deren retroperitoneale Lage nun ganz deutlich hervortritt (Fig. 18 *N.*^{II}*S*; Fig. 24 *N.*^{6}*S*); nach hinten vorwachsend biegen diese soliden Stränge aufwärts ab, bis sie hinter den Parapodien des betreffen-

Digitized by Google

den Segments (*B.B*, *H.dr*) in der Mitte der Seitenlinie anlangen und damit ihr distales Ende erreicht haben. Jetzt hat sich auch vorn ihre Verwachsung mit den Trichteranlagen vollzogen. Im Anschluss an die Bildung der hinteren Öffnung des Trichtercanals entsteht das Lumen des Nephridialschlauchs, indem die axial gelegenen Zellen radial aus einander weichen, zu einer einfachen Wandungsschicht sich ordnen und an ihrer inneren Oberfläche Cilien erscheinen; die Canalbildung schreitet darauf allmählich vom vorderen bis zum hinteren Ende der Schlauchanlagen vor (Fig. 15, 16 *N.*^{1}*S*).

Bisher lehnten sich die Nierenschläuche ihrer ganzen Länge nach der Leibeswand fest an, befanden sich dabei hauptsächlich im Bereiche der Seitenlinie und wölbten sich nur mit einem sehr kleinen, unteren Theile über das Bauchmuskelfeld der betreffenden Seite vor. Da nun zu dieser Zeit ihre beiden Enden fixirt sind, so muss das fortgesetzte Längenwachsthum nothwendigerweise zur Schleifenbildung führen: kommt eine solche nur in geringem Maße zur Geltung, so bleibt die kurze zweischenkelige Schlinge an der neuralen Längsmusculatur, gegen welche sie von der den Schlauch auf der Cölomseite bedeckenden Peritonealmembran (*P.M*) angedrückt wird (Fig. 25 *N.*^{5}*S*); erreicht die Schleife jedoch bedeutendere Dimensionen, so erhebt sie sich frei in die Leibeshöhle und zieht das Peritoneum in Form eines Sackes nach sich, welcher den Innen- und Außenschenkel zusammen umgiebt (Fig. 18 *N.*^{1}*S*).

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die Schleife immer an demjenigen Theile des Nephridialschlauchs entsteht, welcher dem Trichtercanale zunächst liegt, was seinen Grund darin haben mag, dass die Wachsthumszone des schlauchförmigen Organabschnittes sich an dessen vorderem Ende befindet; in Folge dessen bleibt auch stets die äußerste distale Partie desselben an der Seitenlinie und an der oberen Hälfte des Bauchmuskelfeldes in der ursprünglichen Lage zurück (Fig. 18 *; Fig. 25 *N.*^{5}*S*).

Im Excretionsepithel, welches Anfangs ein gleichmäßig körniges Protoplasma hat (Fig. 15, 16 *N.*^{1}*S*), treten nach und nach immer mehr gelbliche, stark lichtbrechende Concretionen auf, wobei die Kerne heller und bläschenartig werden (Fig. 17 *N.*^{1}*S*); später strecken sich die einzelnen Zellen in der Richtung der Radien des Canallumens, es erscheinen in ihnen schließlich auch die Vacuolen, und die beiden Arten von Excretionszellen gruppiren sich in der bekannten Weise (Fig. 18 *N.*^{1}*S*).

Das Zustandekommen der Nephridialporen beruht auf

Digitized by Google

einem einfachen Auseinanderweichen der Zellen der Larvenhypodermis an denjenigen Stellen, welche dem distalen Ende der Nierenschlauchcanäle entsprechen, wodurch die Communication der letzteren mit der Außenwelt hergestellt ist. Von den Rändern dieser Öffnungen aus stülpt sich wahrscheinlich das Ectoderm zur Bildung der Ausmündungscanäle nach innen ein und erhält hier nachträglich einen inneren Wimperbesatz; eine mehr oder weniger starke, äußerliche Hautwucherung um die Poren herum giebt dann schließlich den Papillen (Fig. 18 *N.*^{I}*P*) den Ursprung, in welche subcutane Muskelfasern hineinrücken und sich zum Sphincter anordnen.

Die Ausbildung der vorderen Nephridien.

In Bezug auf die endgültige Differenzirung der Haupttheile dieser Organe bleibt nicht viel mehr zu sagen übrig. Wie wir wissen, werden ihre Trichter im Allgemeinen nicht groß, die Schläuche dagegen erreichen sehr bedeutende Dimensionen, wobei das Excretionsepithel in den beiden Schleifenschenkeln einen verschiedenen histologischen Charakter erhält, und die Porophore wachsen allmählich zu kleinen, schräg nach vorn gerichteten Schornsteinen aus (Fig. 18 *Tr.*^{I}, *N.*^{I}*S*, *N.*^{I}*P*).

Im Endabschnitte der Außenschenkel bilden sich in den Excretionszellen keine Vacuolen (Fig. 18 *) und in der äußeren, dem Integument anliegenden Wandung dieser Nierenschlauchpartie wird das Epithel ganz flach: derselbe Abschnitt erweitert sich beim dritten Paare zu je einem distalen Sammelbehälter.

Ein größeres Interesse bietet die Entwicklung der accessorischen Theile der vorderen Nephridien, nämlich der Gefäße und der Lymphkörperdrüsen.

Vor Allem sind es die Kiemenvenen (Fig. 18 *Ki.*^{I}*v*—*Ki.*^{III}*v*), welche in Folge ihrer Beziehungen zu den Wimpertrichtern für die Gestaltung der letzteren eine Bedeutung haben; sie entstehen zusammen mit den Oberlippen der vorderen Nephridialtrichter aus denselben intersegmentalen Peritonealzellengruppen wie diese (Fig. 14 *Tr*^{I}, Fig. 16 *Tr*^{II}). Es verdickt sich nämlich die freie Kante der faltenartigen Lippenanlage derart, dass ihre Zellen, welche sich strecken, der Länge nach sich zuerst in zwei Reihen anordnen (Fig. 19, 20 *Ki.*^{II}*v*, Fig. 17 *Ki.*^{I}*v*), darauf weichen die beiden Peritonealblätter der Falte unter der Umbiegungskante, wo die vordere Lamelle in die hintere übergeht, aus einander und bilden zwischen sich einen

Digitized by Google

Hohlraum, welcher das Lumen der in Entwicklung begriffenen Kiemenvene vorstellt. Dieser Process schreitet allmählich nach außen, resp. nach oben, in der Richtung zur Kiemenanlage (Fig. 18 *Ki*[1]) vor, die sich in einiger Entfernung von der betreffenden Segmentgrenze befindet, wonach sich die Faltenbildung im Peritoneum und damit auch die Oberlippe und Rinne des Trichters hämal nach vorn in das Gebiet des nächst vorangehenden Zonites weiter fortsetzt; so kommt die schiefe Stellung der Wimpertrichter im Bereiche der Seitenlinie zu Stande (Fig. 18 *Tr*[III]—*Tr*[I]). Wie sich die Communication der Kiemenvenen mit dem Vas ventrale herstellt und wie die Kiemenarterien entstehen, muss ich vorläufig dahin gestellt sein lassen.

Von den Kiemenvenen ausgehend findet die Bildung der Parapodialgefäße (Fig. 18 *V.p*) statt, welche sich von den ersteren über dem Bauchmuskelfelde dicht vor den Trichtern abzweigen, schräg nach hinten über die Nephridien auf der Grenze zwischen Trichtercanal und Schlauchtheil verlaufen und später an diese letzteren Nebenäste abgeben.

An den Stellen, wo nachher die Parapodialgefäße von den Kiemenvenen entspringen, bilden sich aus dem Peritoneum die Lymphkörperdrüsen (Fig. 17—20 *P.dr*); hier bleiben sie jedoch nicht, sondern rücken im Laufe der weiteren Entwicklung an die Außenseite der unteren Trichterlippe herab. Diesen Vorgang könnte man als eine Verschiebung der betreffenden Partie der Peritonealmembran längs der Vorderseite der Oberlippe und von dieser weiter auf der neuralen Längsmusculatur bis an ihren Bestimmungsort hin sich vorstellen.

Da das dritte Trichterpaar beim erwachsenen Thiere in sehr nahen Beziehungen zum Diaphragma steht, so wären hier einige Worte auch über dessen Entstehen am Platze. Die Bildung dieser Scheidewand, welche die Thoracalräume von einander trennt, geht erst sehr spät von statten; eine relativ lange Zeit können die schon vollständig entwickelten Schleifen der zwei vordersten Nephridienpaare bei entsprechenden Bewegungen des jungen Wurmes in das Gebiet des hinteren Cölomabschnittes unbehindert hineingedrängt werden. Wenn auch das dritte Paar Nierenorgane beinah seine definitive Ausbildung erlangt hat, dann erst kommt das Diaphragma zur Anlage, indem sich hinter den Oberlippen der Trichter genau auf der 4.—5. Zonitgrenze das parietale Peritoneum in Gestalt einer Ringfalte erhebt, welche nach innen gegen den Darmcanal vor- und schließlich mit der peritonealen Hülle des letzteren verwächst.

Digitized by Google

Zu beachten sind noch ein Paar dichtere Kerngruppen im Peritoneum auf der Grenze zwischen dem Kopfmundsegmente und dem 2. Zonite (Fig. 16 *), die in Bezug auf ihre Lage und ihren Habitus mit den ersten Anlagen der Wimpertrichter in den folgenden Körperringen große Ähnlichkeit haben (vgl. Fig. 16 Tr^{II}; Fig. 14 Tr^{I}); vielleicht handelt es sich hier um ein Paar rasch verschwindender Trichteranlagen, welche die letzten, in der Larvenentwicklung noch auftretenden Überreste eines früher hier vorhanden gewesenen Nephridienpaares des 2. Segments sein möchten.

Die Ausbildung der hinteren Nephridien.

Bei diesen Organen nehmen das starke Wachsthum und die Gestaltung der Oberlippen der Trichter in erster Linie unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Der Vorgang, welcher sich dabei geltend macht, ist übrigens im Grunde ein ziemlich einfacher. Nachdem die faltenartige Trichteranlage (Fig. 21 Tr^{4}) sich nach hinten ausgesackt hat (Fig. 22 Tr^{4}), nehmen die Dimensionen derselben immer mehr zu, und diese Bildung setzt sich auch medianwärts im Bereiche des neuralen Längsmuskelfeldes weiter fort (Fig. 23, 24 $Tr.^{6}o.L$); dann ordnen sich die Anfangs diffus zerstreuten Kerne des vorderen Blattes in regelmäßige Reihen an, die Zellen werden höher und erhalten Cilien, die untere Partie der basalen Faltenkante löst sich vom Bauchmuskelfelde ab und so ist die segelförmige, dreieckige Oberlippe des hinteren Trichters fertig (Fig. 25 $Tr.^{5}o.L$). Am medianen Ende bleibt dabei ein sich in histologischer Hinsicht nicht differenzirender Abschnitt als »Trichtermembran« ($Tr.^{5}M$) übrig. Eine stärkere Ausbildung erfährt hier ferner die Unterlippe ($Tr.^{5}u.L$) und damit auch die Trichterrinne; weniger bedeutend ist das Wachsthum der Nephridialschläuche und der Porophore, so dass die ersteren nur je eine kleine außerhalb des Peritoneums verharrende Schleife, die letzteren niedrige, knopfförmige Papillen bilden.

Das Entstehen der distalen Ringgefäße, an welchen sich im hinteren Thoracalraume die oberen Trichterlippen mit ihren medianen Enden anheften, habe ich zu beobachten verabsäumt, doch vermuthe ich, dass auch sie sich in ähnlicher Weise wie vorn die Kiemenvenen im Zusammenhange mit den faltenartigen Trichteranlagen bilden, sich von diesen aber frühzeitig abtrennen.

Die Bildung der Parapodialgefäße dagegen, deren Seiten-

Digitized by Google

zweige später die Nephridialschläuche bei *Polymnia nebulosa* mit Blut versorgen, habe ich etwas genauer verfolgt. Sie legen sich hinter der Trichterfalte (*Tr*[4]) zuerst in Gestalt einer einfachen Kernreihe im Peritoneum auf der oberen Hälfte des Bauchmuskelfeldes an (Fig. 21 *V.p*), dann wird diese Kernreihe doppelt, wulstartig vorspringend und beschreibt jederseits eine S-förmige Linie zwischen dem neuralen Ende des intersegmentalen Ringgefäßes und der Parapodialregion des Zonites, wobei sie mit ihrem vorderen Theile längs der Trichteraussackung verläuft (Fig. 22 *V.p*). Die retroperitonealen Nephridialschläuche schieben sich nun unter den Gefäßanlagen außerhalb derselben hindurch (Fig. 23, 24 *V.p*), und die letzteren werden, wenn die untere, basale Kante der Peritonealfalte sich von der neuralen Längsmusculatur ablöst, von jener mitgenommen, wodurch sie auf die Rückseite der Oberlippen der Trichter gerathen (Fig. 25 *V.p*). Das Gefäßlumen schien mir durch Faltung des modificirten Peritonealstreifens zu entstehen.

An den Parapodialgefäßen, dort wo sie über die Nephridien hinweggehen, treten schließlich in dieser Körperregion die Lymphkörperdrüsen auf (Fig. 23—25 *P.dr*).

Wie sich der ganze Wurmkörper durch von vorn nach hinten fortschreitende Entwicklung seiner Theile allmählich vervollständigt, so ist auch das Auftreten der Nephridien kein gleichzeitiges, sondern die einzelnen Paare entstehen nach einander; daher kann man an einem und demselben Thiere diese Organe zu gleicher Zeit auf verschiedenen Stufen ihrer Ausbildung finden (Fig. 18). Wenn das erste bleibende Nephridienpaar schon ein functionsfähiges Stadium erreicht hat, so befindet sich das folgende noch in seiner ersten Anlage (Fig. 16), und wenn die drei vorderen Paare schon fast ganz entwickelt sind, so ist von den hinteren Organen noch beinahe gar nichts vorhanden.

8. Die Kopfnieren oder larvalen Nephridien.

Lange bevor die bleibenden Nieren erscheinen, besitzen die ganz jungen Terebelloiden schon ein Paar thätige Excretionsorgane, welche wie die ähnlichen Gebilde vieler anderer Annelidenlarven dem Kopfmundsegmente angehören und daher »Kopfnieren« heißen. Es sind dieses kleine centripetal blind geschlossene Nephridialschläuche, die also keine Wimpertrichter besitzen, im postoralen Theile des ersten Zonites auf beiden Seiten der Leibeswand anliegen und hier

Digitized by Google

auch nach außen münden (Taf. 27 Fig. 11 *L.N*). An jedem dieser Organe lassen sich drei verschiedene Theile unterscheiden: ein vorderes, inneres Endstück, ein Excretionsschlauch und ein Ausmündungscanal, welche zusammen ein nicht ganz regelrecht ausgefallenes S bilden.

Das innere Endstück (Fig. 12 *ez*) ist nach unten gebogen und stellt einen dünnen, cylindrischen Zapfen vor, dessen freies, etwas verdicktes Ende eine lange, kräftige Geißel trägt; in der Achse dieses Theiles verläuft ein feiner Canal, welcher wohl in den Nierenschlauch einmündet, in entgegengesetzter Richtung aber kurz vor der terminalen Verdickung plötzlich endet, ohne in das Cölom durchzubrechen. Die Wandung des Endabschnittes besteht aus einem feinkörnigen Protoplasma, in welchem ich hin und wieder etwas gröbere, gelbliche Tropfen gesehen, aber keinen Kern habe auffinden können; dennoch glaube ich auf Grund der Homologie dieses Stückes mit den Endzellen der Kopfnieren anderer Larven, dass auch hier wahrscheinlich im kolbigen Ende ein Zellkern vorhanden ist. Im Canallumen geht vom geschlossenen Theile desselben eine feine Wimperflamme aus und die lange Geißel befindet sich bei einem lebenskräftigen Thiere in ununterbrochener Schwingung, wodurch sie auch das ganze, frei in die Leibeshöhle vorspringende Endstück in eine schnelle Pendelbewegung versetzt.

Der larvale Nephridialschlauch (Fig. 12 *L.N.S*) besteht gewöhnlich aus zwei großen, an einander gereihten und verschmolzenen Zellen, die von einem ziemlich weiten, flimmernden Achsencanal durchsetzt werden, wonach das Lumen der Kopfniere ein intracelluläres wäre. In dem wandständigen, grobgranulirten Protoplasma bemerkt man außer den beiden ovalen, bläschenartigen Kernen eine Menge gelblicher Excretionskörnchen von verschiedener Größe und krystallinischer Form, wie wir sie auch im Nierenepithel der definitiven Nephridien vorfanden. Mit ihrer Außenseite liegen die Schläuche der Larvennephridien der Seitenlinie fest an und sind auf der Cölomseite von der allgemeinen Peritonealmembran (*P.M*) bedeckt, welche durch ihre flachen, ovalen Kerne deutlich erkennbar ist. Ob sich diese Hülle auch auf das innere Endstück des Organs fortsetzt, kann ich nicht mit Sicherheit sagen; ich halte es jedoch für höchst unwahrscheinlich, da sich an demselben nie ein Peritonealkern zeigt, woher ich eher zu der Annahme geneigt bin, dass dieser Abschnitt der larvalen Nieren das Peritoneum perforirend ohne Umhüllung frei und nackt in die secundäre Leibeshöhle hineinragt.

Digitized by Google

Dem hinteren Ende des Excretionsschlauches schließt sich ein feiner, intercellulärer Ausmündungscanal (Fig. 12 *L.N.A.C*) an: er steigt im Ectoderm gegen den Rücken auf und öffnet sich im oberen Theile der Seitenlinie nicht weit von der 1.—2. Segmentgrenze mit einem einfachen Porus nach außen. Die zarten Cilien dieses Canales sieht man gelegentlich aus der äußeren Öffnung hervorschlagen (*L.N.P*).

Die Functionsweise der larvalen Nierenorgane denke ich mir etwa in der Art, dass der mittlere Schlauchtheil, wie auch die entsprechenden Abschnitte der definitiven Nephridien, gewisse Bestandtheile aus der Lymphe aufnehmen und zu festen oder flüssigen Excretionsproducten verarbeiten; ins Freie gelangen diese dann durch die Wimperaction im Inneren der verschiedenen Canalabschnitte. Die beständigen Schwingungen der Geißel am Endstück scheinen mir hierbei dazu zu dienen, um einen constanten Strom in der Umgebung des Excretionsorganes hervorzurufen und so immer neue Portionen der Leibesflüssigkeit in den Wirkungskreis der letzteren heranzuholen.

Das Bestehen der Kopfnieren ist von relativ langer Dauer: schon sehr früh entwickelt, sind sie noch in voller Thätigkeit, wenn das erste bleibende Nephridienpaar sich seiner Ausbildung nähert. Zu dieser Zeit ist die Larve schon ziemlich groß, hat einen recht langen Stirntentakel und eine verhältnismäßig große Anzahl Segmente.

Erst wenn das vorderste definitive Paar Nierenorgane so weit ist, dass es allein den Anforderungen des ganzen Körpers an excretorischer Leistung gerecht werden kann, beginnt die Degeneration der Larvennephridien. Jetzt zerfallen dieselben in verschieden große, körnige Protoplasmaballen (Fig. 13 *L.N.S**), welche noch viele pigmentirte Concremente enthalten und zwischen dem sie bedeckenden Peritoneum (*P.M*) und der Leibeswand eingeschlossen sind; bald verschwinden auch diese letzten Reste und von den Kopfnieren ist dann nichts mehr zu sehen.

Unter der beschriebenen, eigenthümlichen Form fand ich die larvalen Excretionsorgane außer bei den Jungen von *Polymnia nebulosa* noch bei drei verschiedenen, je einer anderen Species angehörigen, pelagisch gefischten Terebelloidenlarven, wonach es mir wahrscheinlich vorkommt, dass diese Art von Kopfnieren eine größere Verbreitung in der Gruppe hat, möglicherweise sogar für dieselbe im Allgemeinen charakteristisch ist.

Digitized by Google

D. Morphologische Schlussfolgerungen.

9. Die Beziehungen zwischen Wimpertrichter, Nephridialschlauch und Ausmündungscanal; das morphologische Verhältnis der Nephridialgänge zu den Schläuchen.

Die drei erstgenannten Haupttheile der Nephridien lassen sich bei den meisten Terebelloiden im ausgewachsenen Zustande auf Grund ihres differenten, anatomisch-histologischen Verhaltens mit aller wünschenswerthen Deutlichkeit von einander unterscheiden. Es entsteht nun die Frage, ob Wimpertrichter, Nephridialschlauch und Ausmündungscanal auch in morphologischer Hinsicht eine verschiedene Bedeutung haben oder nur der localisirten Thätigkeit entsprechend umgestaltete Abschnitte eines ursprünglich einheitlichen Gebildes sind.

Schon bei der Darstellung des feineren Baues des inneren Mündungsapparates der Nephridien wurde der Umstand hervorgehoben, dass das Trichterepithel in centripetaler Richtung unter allmählicher Abflachung nach allen Seiten hin in die peritoneale Auskleidung der Leibeshöhle continuirlich übergehe. Durch diesen rein anatomischen Befund und noch mehr durch den ontogenetischen Entwicklungsmodus, den wir bei *Polymnia nebulosa* kennen gelernt haben, ist die Angehörigkeit der Nephridialtrichter zum Peritoneum sicher gestellt; die inneren Öffnungen der uns beschäftigenden Organe sind »Peritonealtrichter« im wahren Sinne des Wortes.

Im ausgebildeten Nephridialschlauche hat das Epithel ein ganz anderes Gepräge als im eben besprochenen Abschnitte und setzt sich gegen die specifische Zellschicht des letzteren gewöhnlich scharf und unvermittelt ab; die Lage ferner der ganzen schlauchförmigen, excretorischen Theile zwischen Peritoneum und Leibeswand, so wie ihre von den Trichteranlagen unabhängige Bildung aus eben so gelegenen Zellen in der Larve, lässt die Vermuthung zu, dass die Nephridialschläuche einem retroperitonealen Gewebe entstammen und somit von den Peritonealtrichtern morphologisch verschieden seien[1].

[1] Der gesonderten Anlage von Wimpertrichter und Nierenschlauch würde ich keine so große Bedeutung zuschreiben, um so weniger, als dieselbe gerade in der ontogenetischen Entwicklung von *Polymnia nebulosa* nicht einmal besonders deutlich hervortritt und dazu noch in directem Widerspruch mit den meisten Angaben über die Bildung der Nephridien bei Anneliden steht, wenn ich

Digitized by Google

Für eine derartige Auffassung spricht auch die Ähnlichkeit der definitiven Excretionsschläuche mit dem mittleren Theile der Kopfnieren, welche keine Wimpertrichter besitzen und daher als ein Beispiel selbständig existirender Nephridialschläuche betrachtet werden können. Ich behalte es mir vor, an einer anderen Stelle die Gründe für die höchst wahrscheinliche Homologie der excretorischen Canalabschnitte der bleibenden und larvalen Nierenorgane anzuführen.

Andrerseits lassen sich aber gegen die obige Ansicht die bei *Polymnia nesidensis* und *Trichobranchus glacialis* so wie noch bei verschiedenen anderen Würmern beobachteten Fälle, die ich weiter unten beschreiben werde, einwenden, wo kein eigentliches Excretionsepithel zur Ausbildung kommt, sondern der Trichtercanal sich gewissermaßen bis zur äußeren Mündung unverändert fortsetzt. Eben so ungünstig für jene Interpretation sind die ziemlich zahlreichen Angaben in der embryologischen Annelidenlitteratur, denen zufolge sich die ganzen Nephridien mit alleiniger Ausnahme des ectodermalen Endabschnittes von der peritonealen Trichteranlage aus bilden sollen, und so muss denn die Frage, ob Wimpertrichter und Nephridialschlauch eine morphologische Einheit oder Combination vorstellen, als unentschieden einstweilen vertagt werden.

Was nun die Ausmündungscanäle betrifft, so scheint mir die Continuität ihres Epithels mit der Hypodermis, die histologische Übereinstimmung desselben mit gewissen Hautpartien und die scharfe Abgrenzung gegen die innere Zelllage des Nierenschlauches, welche nur manchmal durch secundäre Formveränderung der Elemente oder Einlagerungen in den Zellen maskirt wird, den ectodermalen Ursprung und somit den Gegensatz zwischen diesen und den vorhergehenden Organabschnitten ausreichend zu documentiren. Direct verfolgt habe ich das Entstehen der Endcanäle nicht, jedoch constatiren können, dass die Nephridialporen zuerst durch ein einfaches Auseinanderweichen der Ectodermzellen gegenüber dem anstoßenden, distalen Ende des einwärts gelegenen Excretionsschlau-

---

mich nicht bei einer anderen Form, *Psygmobranchus protensis*, mit Bestimmtheit davon überzeugt hätte, dass auch hier die besagten Theile der Organe ganz unabhängig von einander entstehen; durch eine freundliche Mittheilung von Seiten des Herrn Dr. Apaty erfahre ich ferner, dass auch er einen durchaus ähnlichen Vorgang bei gewissen Oligochaeten und Hirudineen beobachtet habe. In einer der folgenden Studien soll die Entwicklung der Nephridien von *Psygmobranchus* ausführlich dargestellt und in einer späteren das andeutungsweise erwähnte »retroperitoneale Gewebe« eingehender besprochen werden.

Digitized by Google

ches sich bilden; eine an den Rändern der Öffnung stattfindende Einstülpung der Hypodermis nach innen mit gleichzeitiger Differenzirung ihrer zelligen Elemente wird dann wahrscheinlich zum definitiven Verhalten führen, was auch im Einklange mit der allgemeiner verbreiteten Ansicht stehen würde, dass der äußerste Canaltheil der Nephridien eine vom Ectoderm ausgehende Bildung sei.

Da es mir leider bisher nicht gelungen ist, die Entwicklungsgeschichte der bei *Lanice conchilega* und *Loimia medusa* vorkommenden longitudinalen Verbindungsgänge ihrer Nephridien zu studiren, so können diese hier nur als fertige Gebilde nach ihrem anatomisch-histologischen Verhalten beurtheilt werden.

In dieser Hinsicht zeigten die Nephridialgänge, wie wir sahen, eine große Übereinstimmung mit den in sie einmündenden Nierenschläuchen: außerhalb des Peritoneums gelegen, besteht ihr inneres Epithel aus den nämlichen zelligen Elementen, welche dieselben Ausscheidungsproducte liefern und parietal dieselbe Umwandlung erfahren, wie auch das Excretionsepithel des distalen Schlauchendes in gewissen Fällen. Hierdurch scheint mir die morphologische Zusammengehörigkeit der Gänge und Nephridialschläuche und somit auch ihr gemeinsamer Ursprung von ein und demselben embryonalen Gewebe ziemlich sicher zu sein; meine oben ausgesprochene Vermuthung, dass die letzteren von einer besonderen retroperitonealen Schicht herrühren, würde in Folge dessen auch für die ersteren, jedoch mit ähnlichen Reserven wie dort, gültig sein.

10. Die typische Trichterbildung bei den Terebelloiden.

Nachdem wir die morphologische Zugehörigkeit der Wimpertrichter zum Peritoneum festgestellt haben, so kommt es nun darauf an, zu untersuchen, zu welchen anderen peritonealen Gebilden sie bei unseren Würmern in Beziehungen stehen, und welcher Art die letzteren seien.

Wenn wir die typische Lage der Nephridialtrichter auf den Segmentgrenzen berücksichtigen und uns dabei vorstellen, dass bei den Terebelloiden auch im Thorax gleichwie im Abdomen und bei den meisten übrigen Anneliden im ganzen Körper die einzelnen Zonite durch reguläre Dissepimente geschieden wären, so müssten diese von den Nephrostomen durchsetzt werden, wofür wir in der That ein

Digitized by Google

Beispiel in dem Verhalten eines vorderen Trichterpaares zum Diaphragma hätten.

Abgesehen davon, dass es der allgemeine Grundplan des Annelidenleibes so verlangt, lassen sich in der Organisation der Terebelloiden Beweise dafür auffinden, dass ihre Vorfahren im ganzen Körper intersegmentale Dissepimente gehabt haben müssen. Als Argumente können das gelegentliche Auftreten eines vollständigen Septums zwischen dem Kopfmundsegment und dem zweiten Zonite, die Darmkammersepten und bei *Melinna* auch die Nierenkammersepten dienen, wobei die beiden letzteren Bildungen je als proximale und distale Rudimente von echten Dissepimenten erscheinen; ihre Lage, ihr histologischer Bau und ihre ähnlichen Beziehungen zu metameren, distalen Ringgefäßen, welche auf den Segmentgrenzen vom Vas ventrale sich abzweigen, rechtfertigen eine derartige Deutung[1]. Wenn wir ferner in Erwägung bringen, dass die bezeichneten Blutbahnen im Abdomen den Dissepimenten fest anliegen (und auf Grund anderweitiger Untersuchungen und theoretischer Betrachtungen möchte ich behaupten, dass das ursprüngliche Entstehen der ersteren durch den Bildungsmodus der intersegmentalen Scheidewände bedingt war), so dürften bis zu einem gewissen Grade auch die distalen Gefäßringe selbst so wie die Kiemenarterien und -venen, die zusammengenommen jenen homolog sind[2], von einem früheren Vorhandensein typischer Dissepimente Zeugnis ablegen. Den besten Beweis aber für die obige Behauptung giebt schließlich das thatsächliche Vorkommen solcher Septen im ganzen Vorderkörper der sehr jungen Larven von *Polymnia nebulosa*[3] ab; diese Gebilde sind jedoch von ganz kurzer Dauer und verschwinden alle schon sehr früh.

Von der gewonnenen Basis ausgehend glaube ich nun den Satz aufstellen zu können, dass alle Nephridialtrichter bei den Terebelloiden früher intersegmentalen Dissepimenten angehört haben und erst nach dem Schwinden der letzteren als selbständige Bildungen resp. solche Theile der Nepridien auftraten. Dafür spricht auch die erste Anlage der Nephrostomen: die dichteren, peritonealen Kerngruppen auf den Segmentgrenzen, aus welchen sie entstehen, werden wir als Überreste der zurückgebildeten Larven-

---

[1] Vgl. Holzschn. 2 p. 603 *d''* links und *d* rechts; Taf. 23 Fig. 2 D^1, D', D''.

[2] Vgl. Holzschn. 1 und 2 p. 602 und 603 *V. br—Ki.a—Ki.v, V.c''—V.c', V.c.*

[3] Diese Angabe, die ich auch aus eigener Erfahrung bestätigen kann, finden wir bei SALENSKY (1883, p. 249).

Digitized by Google

septen auffassen müssen, wonach sich die Wimpertrichter aus dem von jenen herrührenden Zellmateriale aufbauen würden.

Obschon das Diaphragma, wie wir sahen, seiner Entstehungsweise zufolge als ein secundäres Septum erscheint, so kann es wegen seiner Structur und Lage, wenigstens so weit diese die neurale Körperhälfte betrifft, uns doch einen Anhaltspunkt bieten, um sich den Habitus des Nephridialsystems zu reconstruiren, den es zu der Zeit gehabt haben möchte, als noch der Thorax unserer Würmer durch eine ununterbrochene Serie echter, primärer Dissepimente in segmentale Kammern eingetheilt war. In ähnlicher Weise wie z. B. das dritte Paar bei *Amphitrite rubra* werden die Trichter der einzelnen Organe die bezüglichen Scheidewände passirend sich mit ihrem vorderen, offenen Theile im Bereiche je einer nächst vorangehenden Zonithöhle befunden haben und somit ihr inneres Flimmerepithel in Continuität mit der peritonealen Auskleidung jener gewesen sein; wie bei der genannten Art die interne Zellschicht des dritten Trichterpaares in der vorderen Lamelle des Diaphragmas ihre Fortsetzung findet, so würde ganz allgemein das Trichterepithel aller Nephrostomen ein differenzirter Abschnitt des jedesmaligen vorderen Peritonealblattes der Dissepimente gewesen sein, und zwar eine Ausstülpung desselben nach hinten in den Bezirk des nächstfolgenden Zonites hinein zwischen dessen Peritoneum und der Leibeswand, wenn wir einstweilen von allen weiteren Complicationen absehen wollen. Auch dafür sind in der Ontogenie noch Anklänge erhalten, indem sich die Wimpertrichter als einfache, hintere Aussackungen der entsprechenden Wand von Anfangs genau intersegmentalen, aufrechten Peritonealfalten bilden. Ein Beispiel für einen derartig einfachen Zustand bei erwachsenen Terebelloiden haben wir ferner im ersten Trichterpaare von *Melinna palmata*, welches dem Diaphragma angehörend mit keinem Theile in das davor liegende Segment hineinragt; dieser Fall würde demnach ein ziemlich ursprüngliches Verhalten repräsentiren.

Bei den meisten Vertretern unserer Gruppe sind die Beziehungen der Nephridialtrichter zu den Segmentgrenzen jedoch viel complicirter und müssen es demgemäß auch zu den einst hier vorhandenen Septen gewesen sein: überall ragen die Trichterrinnen mit ihren Ober- und Unterlippen in das Gebiet eines nächst vorangehenden Zonites vor, was sich seinerseits wiederum im Großen und Ganzen als eine Faltenbildung der vorderen Dissepimentlamelle rings um die primäre Trichteröffnung auffassen lässt, wenn wir die aus dem Verhalten der

Digitized by Google

betreffenden Wimpertrichter zum Diaphragma bei einer echten Terebelle gewonnenen Thatsachen hier in Betracht ziehen. Welche Ursachen eine solche nachträgliche Ausschiebung der Nephrostomen nach vorn bewirkt haben mögen, dafür bietet uns das gegenseitige Verhältnis zwischen den Oberlippen der Trichter, den distalen Ringgefäßen oder den Kiemenvenen und den Kiemen selbst, wo diese vorkommen, einige Anhaltspunkte.

Bei *Amphitrite rubra* sind die Oberlippen der inneren Nephridienmündungen einerseits längs der Trichterrinne an der Leibeswand, andererseits aber an den Kiemenvenen oder an deren hinteren Homologa, den unteren distalen Bogengefäßen angeheftet; in Folge dessen erscheinen sie den letzteren gegenüber gewissermaßen als Gefäßmesenterien oder zweiblätterige Peritonealligamente, deren vordere Lamelle freilich histologisch modificirt ist. Im speciellen Falle betreffend das dritte Paar sind die medianen Verlängerungen der Oberlippen oder dessen Trichtermembranen dicht über der neuralen Längsmusculatur an der Basis des Diaphragmas befestigt, woher sie, da ihre beiden Blätter durch Vermittlung der Gefäßwandungen in einander übergehen, eine Art von Peritonealfalte der vorderen Diaphragmamembran vorstellen; ganz ähnlich werden sich auch diese Trichtertheile zu den früheren intersegmentalen Dissepimenten verhalten haben. Wenn wir nun wie oben die Lage der distalen Gefäßringe an den Abdominalsepten von *A. variabilis*, wo sie an der Vorderseite und in der Nähe der parietalen Insertionslinie dieser Scheidewände verlaufen, also in der Ebene der Segmentgrenzen bleiben, als eine dem ursprünglichen Zustande sehr nahe kommende anerkennen wollen, so müßten die entsprechenden Gefäße im Vorderkörper der Terebelloiden secundär nach vorn vorgerückt sein, wobei sie die vordere Dissepimentlamelle, von der ihre Wandungen herrühren, als Mesenterium mit sich zogen. Auf diese Weise könnte ein Vorrücken der Kiemen- oder der distalen Ringgefäße von den Zonitgrenzen in das davorliegende Segment hinein das Entstehen der oberen Trichterlippen verursacht haben, womit auch die gemeinsame ontogenetische Anlage der bezeichneten Gefäße und der Oberlippen der Nephrostomen im Einklange stände.

Es fragt sich nun aber, warum sollten die in Betracht kommenden Blutbahnen die hier angedeutete Ortsveränderung vorgenommen haben. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Terebelloiden einst auch noch an den weiter nach hinten gelegenen Segmenten paarige Rückenkiemen besaßen, wie wir sie jetzt bei ihnen nur noch

Digitized by Google

vorn sehen, und dann werden sich die distalen Ringgefäße zu ihnen verhalten haben, wie heut zu Tage die Kiemenvenen und -arterien zu den erhaltenen respiratorischen Körperanhängen. Diese letzteren müssen nun auf Grund ähnlicher theoretischer Betrachtungen, wie für die ihnen entsprechenden Blutgefäße, ursprünglich auch sich in nächster Nähe oder sogar auf den Zonitgrenzen befunden haben, welche Lage sie bei verschiedenen anderen Würmern thatsächlich einnehmen. Bei den heutigen Terebelloiden aber sitzen die typischen drei Paar Kiemen ihren Segmenten ungefähr auf der Mitte auf; somit wäre auch für diese selbst ein Vorrücken vorauszusetzen, welches weiter die Verschiebung der respiratorischen Gefäßringe zur Folge haben musste.

Indem also die Rückenkiemen von ihrer ursprünglichen Lage auf den Zonitgrenzen gegen die Mitte der davorliegenden Körperringe vorrückten, zogen sie die Kiemengefäße in derselben Richtung nach sich und von den Dissepimenten ab, wodurch sich das nachfolgende vordere Peritonealblatt der letzteren einwärts von der primären Trichteröffnung mesenterienartig zusammenfaltete und unter nachträglicher Differenzirung die eigenartigen Oberlippen bildete; demselben Zuge folgend geriethen nun auch die Rinnentheile der Wimpertrichter besonders mit ihrer oberen Partie in das nächst vorangehende Segment und erhielten dadurch ihre schiefe Stellung zu den Segmentgrenzen.

Als unsere Würmer ihre freie Lebensweise aufgebend sich zu ihrem Schutze Wohnröhren zu bauen begannen, wurden die hinteren Kiemen außer Function gesetzt und gingen desshalb zu Grunde; da nun die distalen Ringgefäße keine respiratorischen Schlingen mehr zu bilden brauchten, so konnten sie ihre parietale Lage aufgeben. Sie rückten ins Innere des Körpers hinein und übten so einen Zug auf ihre peritonealen Ligamente resp. die Oberlippen der Nephridialtrichter aus, woher diese letzteren sich medianwärts streckten und die für die hinteren Organe charakteristische Gestalt annahmen.

Was die Unterlippen der Nephrostomen betrifft, so können wir diese als eine weitere durchaus selbständige Faltenbildung des Peritoneums an der Basis der Oberlippen betrachten, welche nur in so fern von einiger Bedeutung ist, als durch ihr Auftreten die eigenthümliche Gestaltung der Trichterrinnen zu Stande kommt.

Den ersten Anstoß zur Bildung der complicirten Trichterform hätte also das Vorrücken der Kiemen und Kie-

Digitized by Google

mengefäße gegeben und zugleich die so zu sagen präseptale Lage der vorderen Trichterabschnitte bei den Terebelloiden verursacht; so lassen sich die typischen Wimpertrichter dieser Thiere in letzter Instanz auf eine Aussackung der vorderen Dissepimentlamellen in die jedes Mal nächstfolgenden Segmente hinein zurückführen. Ein derartig einfaches Verhalten beurkunden die inneren Mündungen des vordersten Nephridienpaares bei *Melinna palmata* z. B. noch heute und, wie wir weiter unten sehen werden, noch bei einer ganzen Reihe verschiedener anderer Anneliden.

Melinna könnte übrigens als Einwand gegen die hier aufgestellte Hypothese von den Ursachen des Zustandekommens der eigenthümlichen Terebelloidentrichter angeführt werden, da bei ihr das bezeichnete Nephrostomenpaar einfach ist, die Kiemengefäße aber sogar sehr weit nach vorn abweichen. Dieser scheinbare Gegenbeweis wird jedoch hinfällig, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die Kiemen trotz ihrer sonderbaren Stellung dennoch die ursprünglichen Segmentgrenzen nicht verlassen haben; sie sind eben mit diesen zusammen durch Verschiebung der betreffenden, hämalen Integumentabschnitte näher zum vorderen Körperende verlegt worden, was auch entsprechende, auf dem Nackenschilde sichtbare Skulpturen der Haut bestätigen können.

Da nach dem Vorhergehenden die Trichterbildung bei den Vertretern unserer Wurmgruppe an das frühere Vorhandensein von intersegmentalen Dissepimenten gebunden ist, so wird es erklärlich, warum die Kopfnieren der Terebelloiden keine offenen Wimpertrichter haben können; nämlich — weil sie dem ersten oder Kopfmundsegment angehören, und daher vor ihnen keine Zonitgrenze, folglich auch kein entsprechendes Septum gelegen ist, dessen vorderes Peritonealblatt ihnen die resp. Trichteraussackungen zu liefern hätte.

11. Die Bedeutung der Nierenkammersepten von *Amphitrite rubra*.

Wenn wir die besagten Gebilde dieser Art mit denjenigen von *Melinna palmata* vergleichen, so werden wir gewahr, dass die Lagebeziehungen derselben in beiden Fällen verschiedene sind.

Bei *Melinna* inseriren die Nierenkammersepten des hinteren Thoracalraumes mit ihrer ganzen Außenkante genau auf den Segment-

Digitized by Google

grenzen an der Leibeswand und werden von distalen Gefäßringen begleitet, welche vorn an der Basis dieser Doppelmembranen und zwar an deren vorderen Oberfläche, hinten an deren medianen Kante verlaufen; somit erscheinen sie als distale Rudimente von echten Dissepimenten.

Bei *Amphitrite rubra* ist das Verhalten ein anderes. Die Insertion der Septen ist hier nur im Bereiche der Bauchmuskelfelder eine intersegmentale, in den Seitenlinien weicht sie dagegen schräg nach vorn und oben ab, wodurch die Scheidewände der seitlichen Kammern in dieser Gegend in das nächstvorangehende Zonit vorgeschoben und damit in gleicher Richtung vorgebeugt sind. Die betreffenden Ringgefäße gehen wohl an den Nierenkammersepten entsprechenden Punkten vom Vas ventrale ab, berühren jedoch jene gar nicht.

Die Art und Weise der Anheftung dieser Bildungen so wie ihre schiefe Stellung lässt eine Deutung derselben als einfache Überreste von früher vollständigen Dissepimenten nicht zu; allein ihre Befestigung auf den Segmentgrenzen, über der neuralen Musculatur und das Correspondiren mit den bezeichneten Gefäßen weisen darauf hin, dass sie ursprünglich zu solchen Septen nahe Beziehungen gehabt haben müssen. Ihre Lage und ihren Bau berücksichtigend möchte ich die Nierenkammersepten als nach vorn vorspringende Peritonealfalten an der Basis verloren gegangener Dissepimente deuten, die mit dem vorderen Blatte der letzteren einst in Continuität standen.

Den Ursprung dieser secundären, parietalen Septen werden wir uns in derselben Weise zu denken haben, wie für die Oberlippen der Nephridialtrichter. Wir brauchen uns bloß vorzustellen, dass es auch in dieser Körperregion früher Kiemen gab, die von den Zonitgrenzen nach vorn vorrückend die entsprechenden Gefäße vorzogen und mit diesen eine Duplicatur der vorderen Dissepimentlamellen; so mögen auch die Nierenkammersepten zu Stande gekommen sein und hätten demnach ebenfalls früher die Bedeutung von Mesenterien der distalen Ringgefäße gehabt. Nach dem Verluste der Rückenkiemen rückten die respiratorischen Blutbahnen so weit nach innen hinein, dass sie sich schließlich von ihren Ligamenten ablösten.

Da wir nach den Gesetzen der Metamerie annehmen dürfen, dass unsere Würmer ursprünglich in allen Segmenten mit paarigen Nephridien versehen waren, so wird es mehr als wahrscheinlich, dass während des Bestehens der letzteren im hinteren Theile des Thorax

Digitized by Google

die uns eben beschäftigenden Septen als Oberlippen von Nephridialtrichtern functionirt haben mögen und dann ihr vorderes Peritonealblatt bewimpert gewesen sein mag; nach Rückbildung der betreffenden Nierenorgane aber verloren die Nierenkammersepten die entsprechende histologische Ausstattung.

Eine weitere Schlussfolgerung hieraus wäre, dass die Vorfahren der heutigen Terebelloiden im ganzen Thorax Nephridien gehabt haben müssen, deren Wimpertrichter alle mit für diese Gruppe typischen Oberlippen ausgestattet waren. Ferner können wir aus dem Nichtvorhandensein ähnlicher Bildungen im Schwanzende schließen, dass die Trichter der abdominalen Nephridien, als solche noch vorkamen, einfache waren, und die äußeren Kiemen geschwunden seien, ehe sie noch gegen die Mitte der davor liegenden Zonite vorgerückt wären; daher sind auch die distalen Ringgefäße des Abdomens in ihrer ursprünglichen Lage an der Vorderseite der Dissepimente geblieben, es sei denn, dass wir es in diesem Leibesabschnitte mit einer nachträglichen auf Nichtausbildung beruhenden Vereinfachung zu thun hätten, wodurch die Organisation eines Thierkörpers häufig ein pseudoprimäres Gepräge erhält, welches jedoch mit dem ursprünglichen Zustande große Ähnlichkeit haben kann.

12. Das phylogenetische Zustandekommen des Nephridialsystems von *Lanice conchilega* und *Loimia medusa* und die Bedeutung desselben bei einem Vergleiche mit dem Urnierensystem der Vertebraten.

Ein vergleichend-anatomisches Bindeglied zwischen dieser abweichenden Form des Nephridialsystems, wo die einzelnen Organe auf jeder Seite durch Längsgänge verbunden sind, und der gewöhnlichen, wo sie in jedem Zonite gesondert für sich bestehen, haben wir in dem bei *Pista cretacea* gefundenen Verhalten, bei welcher die distalen Sammelbehälter der hinteren Nierenorgane »gleichsam als metamere Theilstücke zweier hinterer Nephridialgänge« erscheinen (cf. p. 638). Dass das Auftreten dieser Gebilde und der wirklichen Gänge einen genetischen Zusammenhang haben muss, möchte wohl außer Zweifel stehen, und das um so mehr, als die drei in Betracht kommenden Arten unter einander ziemlich nahe verwandt sind; allein wir können uns vorstellen, dass die Nephridialgänge durch Vereinigung der terminalen Erweiterungen der Excretions-

Digitized by Google

schläuche entstanden seien, und umgekehrt eben so gut, dass die letzteren intersegmentalen Ein- und Abschnürungen der ersteren ihren Ursprung verdanken. Was ist nun das prius, was das posterius gewesen? Obgleich ich mich eigentlich hier schon für den einen oder den anderen Bildungsmodus der Gänge entscheiden müsste, so ziehe ich, da mir die dazu sehr wichtigen ontogenetischen Daten fehlen, es vor, diese Frage in einer der nachfolgenden Studien zu discutiren, in welcher der phylogenetische Ursprung des Nephridialsystems der Anneliden im Allgemeinen zur Besprechung gelangen soll.

Wie dem auch sein mag, für *Lanice* und für *Loimia* wenigstens lässt es sich nachweisen, dass die Trennung der Nephridialgänge je in einen vorderen und einen hinteren Abschnitt eine secundäre sei.

Dem Typus der Gruppe gemäß kommt auf ein gegebenes Segment immer nur ein einziges Nephridienpaar, das seine Wimpertrichter auf der vorderen und seine äußeren Mündungen in der Nähe der hinteren Zonitgrenze hat; auch bei den beiden betreffenden Formen ist diese Regel im Allgemeinen eingehalten. Eine Ausnahme bildet das dritte Paar der vorderen Organe, hinter welchem sich die Unterbrechung der Gänge befindet: die Nierenschläuche desselben, die keine eigenen Ausmündungen haben, liegen vor ihren Trichtern im 4. Segment, wodurch dieses letztere nicht wie die übrigen ein sondern zwei Paar solcher Schläuche enthält; es ist klar, dass das zweite von diesen eigentlich dem folgenden, also dem 5. Zonite angehört und erst durch nachträgliche Verschiebung vor das Diaphragma und vor seine Trichter gerathen sein muss. Um uns den früheren Zustand zu vergegenwärtigen, müssen wir also dieses Paar Nephridialschläuche in seiner gewöhnlichen Lage im 5. Segmente, und zugleich mit entsprechenden äußeren Poren versehen uns denken, die hinter den Parapodien desselben Körperringes liegen; die Consequenz davon wäre, dass auch die vorderen Gänge, in welche jene doch einmünden, bis hierher reichten, denn ohne ihre Vermittlung kann man sich die Verschiebung der Schläuche nicht vorstellen. So würden denn die vorderen und die hinteren Nephridialgänge hart an einander stoßen, da die letzteren nicht bis zur 5.—6. Segmentgrenze, sondern bis in die hintere Hälfte des 5. Zonites vorragen; von diesem Verhalten bis zur Communication mit einander bliebe nur ein unbedeutender Schritt. Auch würde es auffallend sein, dass die vorderen Enden der hinteren Längscanäle über dasjenige Segment hinausreichen, dem ihr erstes Nephridienpaar, das

Digitized by Google

vierte nämlich, angehörig ist, wenn wir die ursprüngliche Continuität der ersteren mit den prädiaphragmalen Nierengängen nicht annehmen wollten; im entgegengesetzten Falle aber lässt sich das Vorragen der Spitzen der hinteren Gänge durch eine dicht hinter der Einmündung des dritten Nephridienpaares erfolgte Abschnürung ganz einfach erklären.

Die Vorgänge, welche zur heutigen Form des vorderen Nephridialsystems von *Lanice* und *Loimia* geführt haben mögen, werden wahrscheinlich in folgender Weise nach einander sich abgespielt haben. Als Erstes denke ich mir die Theilung der Nephridialgänge im Bereiche des 5. Zonites dicht hinter dem dritten Nierenschlauchpaare, wodurch die vorderen und hinteren Organsysteme außer Verbindung gesetzt wurden. Da die drei vorderen Nephridien auf jeder Seite durch die entsprechenden Längsgänge unter einander in Communication blieben und im Ganzen in Folge der verhältnismäßig geringen excretorischen Gesammtoberfläche nur relativ wenig Ausscheidungsstoffe producirten, so reichte ein Paar Ausführungscanäle für die letzteren aus, das vorderste blieb bestehen und die beiden folgenden Paare fielen der Rückbildung anheim; dadurch wurden nun aber die zwei entsprechenden Nephridialschlauchpaare ihres festen Haltes am Integument verlustig, und so wurde das dritte Paar wahrscheinlich durch eine Verkürzung der vorderen Nierengänge aus seiner ursprünglichen Lage im 5. Segment unter seinen Trichtern hindurch in das 4. Zonit hinein nach vorn gezogen. Geschehen konnte solches jedoch nur, weil sowohl die Schläuche als die Gänge außerhalb des Peritoneums liegend von diesem ganz unabhängig sind, die Trichter dagegen, an bestimmte Partien desselben, in diesem Falle an das Diaphragma gebunden, mussten auf der resp. Segmentgrenze verharren. Das dritte Paar Excretionsschläuche, welches wir bei *Loimia medusa* noch in voller Ausbildung finden, verkümmerte schließlich bei *Lanice conchilega*, wo es jetzt einen rudimentären Charakter trägt.

Während nun so die erste von diesen beiden Arten in Bezug auf den vorderen Theil ihres Nephridialsystems einen etwas älteren Zustand repräsentirt als die zweite, ist das Verhalten im hinteren Thoracalraume gerade umgekehrt; die langen hinteren Gänge und die größere Anzahl von Nierenorganen bei *Lanice* werden wir als ursprünglicher aufzufassen haben. Ferner weist der Umstand, dass die hinteren Nephridialgänge bei *Loimia* gleich hinter dem letzten Nephridienpaar aufhören, bei *Lanice* dagegen sich weiter fort-

Digitized by Google

setzend nicht immer in ein und demselben Zonite enden, darauf hin, dass diese Gebilde auch hier in einer allmählichen Verkürzung begriffen sind; daher glaube ich, dass sie früher noch bedeutend mehr nach hinten wenigstens durch den ganzen Thorax sich erstreckten.

Beide Formen haben sodann nur eine verhältnismäßig beschränkte Anzahl Paare von hinteren Organen; dieses entspricht zwar dem Typus der Gruppe, ist jedoch, wie schon mehrfach gesagt wurde, ein Zeichen für ein recenteres Verhalten. Vergleicht man hiermit die nahverwandte Species, *Pista cretacea*, die deren zehn Paar hat, alle mit distalen Sammelbehältern versehen, so wird es einleuchten, dass wahrscheinlich einst in allen Segmenten, welche die Nierengänge passirten, je ein Paar Nephridien in die letzteren einmündeten.

Berücksichtigen wir dabei noch den aus der Deutung der Nierenkammersepten von *Amphitrite rubra* gewonnenen Befund, so ließe sich das Bild von dem Nephridialsystem der nächsten Vorfahren von *Lanice* und *Loimia* folgendermaßen reconstruiren: sie werden zwei lange Nephridialgänge gehabt haben, welche vorn im 3. Zonite beginnend ununterbrochen mindestens durch den ganzen Thorax verliefen, in jedem Segmente je ein Paar mit typischen Trichtern ausgestattete Nephridialschläuche aufnahmen und durch eben so viele, diesen entsprechende Ausmündungscanäle und Poren mit der Außenwelt communicirten.

Die zweite Aufgabe dieses Capitels wäre die Beurtheilung dessen, in welcher Weise sich die bei *Lanice* und *Loimia* gefundenen Thatsachen bei einem Vergleiche mit dem Urnierensystem der Wirbelthiere verwerthen lassen.

Da uns einstweilen die Kenntnis der ontogenetischen Entwicklung des Nephridialsystems der zwei genannten Terebelloiden noch fehlt, so will ich von einem Versuche jenes mit den entsprechenden Organen der Vertebraten zu homologisiren an dieser Stelle gänzlich Abstand nehmen; nichtsdestoweniger scheint mir ein Vergleich der Excretionsorgane dieser und jener Thiere vom rein anatomischen Standpunkte aus statthaft zu sein.

Ganz in den Vordergrund tritt hierbei das Vorkommen longitudinaler Verbindungscanäle bei den ersteren, nämlich der Nephridialgänge, deren Ähnlichkeit mit den primären Urnierengängen der letzteren nicht zu verkennen ist. In beiden Fällen

Digitized by Google

gehören diese Längsröhren dem Bereiche der neuralen Körperhälfte an, wo sie zwischen der seitlichen Leibeswand und dem Peritoneum von vorn nach hinten verlaufen, und nehmen eine Reihe paariger, metamerer Schleifencanäle auf, die vermittelst peritonealer Wimpertrichter mit der Leibeshöhle communiciren. Bei unseren Würmern sind nun freilich die Gänge auf jeder Seite einmal unterbrochen, allein wir werden diesem Zustande keine allzu große Bedeutung beimessen dürfen, da wir ihn nach dem Obigen als einen secundären erkannt haben, dasselbe möchte auch für die relativ kleine Anzahl der paarigen Excretionsschläuche und Peritonealtrichter gelten.

Dem ursprünglichen Verhalten nach aber würden die Nierengänge jener Terebellen in jedem Segmente ein Paar äußere Mündungen besessen haben, wie sie solche in den mit Nephridienpaaren versehenen Körperringen des hinteren Thoracalraumes in der That auch heute noch haben; durch diesen Besitz segmentaler Ausführungscanäle unterscheidet sich das Nephridialsystem der bezeichneten Anneliden von demjenigen der Vertebraten sehr erheblich, bei welchen die Urnierengänge stets nur vermöge eines einzigen im hinteren Theile derselben befindlichen Öffnungenpaares nach außen münden.

Wenn wir nun aber den excretorischen Apparat des vorderen Thoracalabschnittes bei *Lanice* und *Loimia* als etwas Abgeschlossenes, was er functionell wirklich ist, für sich allein betrachten wollen, so hätten wir hier einen Fall, wo auch nur ein einziges Paar Nephridialporen durch Vermittlung der Gänge die Ausführung der Excretionsproducte für das ganze aus einer Mehrzahl von paarigen Schleifenorganen gebildete System übernommen hat; dabei steht es ganz außer Frage, dass dieses durch Verlust der übrigen Ausmündungsöffnungen erworbene Beziehungen sind. In ähnlicher Weise könnte ja schließlich vielleicht auch das für die Vertebraten charakteristische Verhalten des primären Excretionsapparates zu Stande gekommen sein; eine derartige Auffassung gewinnt um so mehr an Wahrscheinlichkeit, als durch die Forschungen der Neuzeit die Annelidennatur der Urwirbelthiere immer deutlicher zu Tage tritt.

Noch manche andere Anknüpfungspunkte für den Vergleich ließen sich ausfindig machen, hier jedoch will ich mich auf die bisherigen beschränken. Weit entfernt, das Urnierensystem der Wirbelthiere von den bei unseren beiden Terebelloiden bestehenden Verhältnissen

Digitized by Google

direct ableiten zu wollen, was ich extra betone, da sich sonst am Ende doch noch Liebhaber dafür finden könnten, das Gesagte so auszulegen, möchte ich den Werth, welchen die im Obigen dargestellten Befunde für die Herleitung der Vertebraten von annelidenartigen Vorfahren haben, hauptsächlich darin erblicken, dass wir in denselben wieder ein Beispiel mehr gewonnen hätten für die Möglichkeit des Vorkommens übereinstimmender Einrichtungen in entsprechenden, aber sonst divergirend ausgebildeten Organsystemen der jetzigen Anneliden und Wirbelthiere, die auf Grund weit allgemeinerer Betrachtungen homolog sein müssen; so scheint mir das Auftreten von Längsgängen im Nephridialsystem der Ringelwürmer und das theilweise Schwinden der segmentalen Ausmündungen selbst im Ausnahmefall als Paradigma seine unbestreitbare Bedeutung zu haben.

Litterarischer Anhang.

Von einer ausführlichen Darstellung der historischen Entwicklung unserer Kenntnisse vom Nephridialsystem der Terebelloiden glaube ich hier absehen zu dürfen, da ich eine solche in der Monographie dieser Wurmgruppe zu geben beabsichtige; ich kann jedoch nicht umhin, einiger neuerer Arbeiten, welche diesen Gegenstand behandeln, schon an diesem Orte, wenn auch nur mit wenigen Worten, zu gedenken.

Der letzte unser Thema betreffende Aufsatz ist die vor Kurzem erschienene vorläufige Mittheilung von CUNNINGHAM (1887 A) über die Nephridien von *Lanice conchilega*. Im Allgemeinen stimmen die Angaben dieses Autors mit den meinigen überein, woher ich mich darauf beschränken kann, diejenigen Punkte, in welchen unsere Beschreibungen nicht harmoniren, hervorzuheben; es sind deren nur wenige, und hoffe ich, dass wir uns auch über diese verständigen werden, wenn Mr. CUNNINGHAM sich die höchst interessante Form vor Veröffentlichung seiner ausführlichen Arbeit diesbezüglich nochmals etwas eingehender ansieht. So sagt er z. B., dass die Nephridialgänge nach hinten nur bis ins 13. Segment reichten, während ich sie bei meinen Objecten immer wenigstens bis an das Ende des 15. Zonites und sehr häufig noch weiter verfolgen konnte; ich will die Möglichkeit nicht von der Hand weisen, dass es sich hier um eine Localvarietät handeln könnte, was gewiss von großem Interesse wäre und genau con-

Digitized by Google

statirt zu werden verdiente. Sodann sehe ich nicht ein, warum CUNNINGHAM den Gang Anfangs als Säcke bezeichnen will, wenn er ihn doch nachher richtig »longitudinal tube« nennt; mir wenigstens scheint es, dass der Passus: »Beneath the fascicles of the following four somites (10—13 inclusive) are seen membranous nephridial sacs, which externally at least are inseparable from one another. These sacs are simple, that is, they are not composed of a tube bent on itself like the anterior nephridia: they scarcely extend above the level of the oblique muscles, and no internal opening or nephrostome can be found in them« nur zu Missverständnissen führen könnte. Die Communication der beiden ersten prädiaphragmalen Nephrostomenpaare mit den vorderen Nierengängen im 3. und 4. Zonite hat auch Mr. CUNNINGHAM beobachtet, jedoch die Beziehungen des dritten dem Diaphragma angehörigen Paares zu den ersteren nicht erkannt, weil er, wie ich vermuthe, nach einer Verbindung derselben mit den hinteren Gängen im 5. Segment gesucht haben möchte; eben so hat er die Ausmündungscanäle der vorderen Gänge, welche wie oben gezeigt, dem ersten Nephridienpaare entsprechen, nicht auffinden können. In Bezug auf die von unserem Autor ausgesprochene Ansicht, dass die Gänge bei *Lanice* durch Vereinigung der einzelnen, metameren Nephridien entstanden seien, will ich mich hier eines jeglichen Urtheils enthalten, da ich mir die Discussion dieser Frage überhaupt für eine der weiteren Studien vorbehalte. Sehr richtig behauptet schließlich CUNNINGHAM, dass sich uns in dem Nephridialsystem von *Lanice conchilega* der erste bekannt gewordene Fall biete, wo bei einem erwachsenen Chaetopoden die sonst gesonderten Nephridienpaare durch Längscanäle unter einander in Verbindung ständen, und so besonders desswegen von großem Interesse sei, weil wir in demselben eine Annäherung zu dem Verhalten des Urnierensystems bei den Vertebraten hätten. In der seine Mittheilung einleitenden, litterarischen Übersicht hatte CUNNINGHAM meinen Namen als desjenigen, der die Nephridialgänge bei *Lanice* aufgefunden hatte, nicht angeführt, indem er die diesbezüglichen Notizen in der LANG'schen Polycladenmonographie (1884 p. 677) und in der Arbeit von BERGH über die Excretionsorgane der Würmer (1885 p. 115) nicht kannte; dieses Versehen gewahr werdend, hat er das Versäumte in freundlicher Weise später nachgeholt (1887 B). Meinerseits fühle ich mich nun zu der Erklärung verpflichtet, dass CUNNINGHAM ohne Kenntnis der Resultate meiner wenn auch viel früher angestellten Beobachtungen die interessanten Verhältnisse bei *Lanice* ermittelt habe, und

Digitized by Google

kann meine Freude darüber ausdrücken, dass meine Untersuchungen somit schon eine durchaus selbständige, ganz unbeeinflusste Bestätigung gefunden haben.

An diesem Orte muss ich nun einen älteren Forscher nennen, welcher, wie mir scheint, die Nephridialgänge auch gesehen hatte. In einem kleinen Artikel über »*Terebella medusa*« sagt nämlich BATE (1850 p. 238, 239): »on either side several ducts lead into pear-shaped sacs«; in diesen sollen die Embryonen des Wurmes ihre ersten Entwicklungsphasen durchmachen. Ferner: ». . . the young creature leaves the sacs and passes into a passage or oviduct, one of which on either side of the animal traverses the walls of the worm, and opens into the rectum, beyond the point where the intestinal tube is incorporated with the outer walls of the worm, and is thus voited«. Die vermeintlichen Eileiter könnten die hinteren Nierengänge sein; die Angabe, dass sie in den Darm einmünden sollen, ist natürlich unrichtig. Da die Gänge nun als lange Röhren geschildert werden, so ist es viel wahrscheinlicher, dass BATE *Lanice conchilega* vor sich gehabt haben möchte; seine Meinung, dass sich die Larven im Innern der Schläuche und Nephridialgänge entwickeln oder gar bilden sollen, kann ich nicht theilen — möglicherweise waren es irgend welche Parasiten, die der englische Autor für Junge seiner Terebelle gehalten hat. Die von BATE nur kurz beschriebenen »oviducts« so wie der »sonst bei keiner anderen Annelide vorkommende Fall von Kloakenbildung« fanden nur wenig Glauben, »um so mehr, als der nicht immer befriedigende Text von keiner Abbildung begleitet ist«[1], und geriethen daher ganz in Vergessenheit.

Am Schlusse seines Aufsatzes macht CUNNINGHAM noch einige Angaben über die Nephridien anderer Terebelloiden, bei welchen diese Organe stets gesondert vorkommen; nach ihm hat *Amphitrite Johnstoni* deren 15—17 Paare, alle mit äußeren und inneren Mündungen versehen, von denen die vorderen lange Schleifen bilden, *Pectinaria belgica* 3 Paare und *Melinna cristata* mehrere. *Terebellides Stroemii* soll vorn ein langes Paar und hinten 3 Paare rudimentäre Nephridien besitzen; bei dieser Art habe ich jedoch im hinteren Thoracalraume stets nur 2 Paare gesehen, die ich auch nicht als rückgebildet bezeichnen kann, wiewohl ihre Schläuche dem Typus entsprechend ziemlich kurz, aber doch excretorisch entwickelt sind.

Ganz einverstanden bin ich aber mit CUNNINGHAM, wenn er über

[1] CLAPARÈDE (1863 p. 63, 64).

Digitized by Google

die Darstellung des Nephridialsystems von *Lanice conchilega*, die uns Cosmovici (1879—1880) geliefert hat, sagt, dass dieser Autor »gives an erroneous description of the organs«. Dabei möchte ich bemerken, dass die in der genannten Arbeit als *Terebella conchilega* bezeichnete Art mit der von Pallas und nachher auch von Malmgren unter diesem Speciesnamen begriffenen Form gar nichts zu thun hat, sondern wahrscheinlich *Polymnia nesidensis* oder ein dieser sehr nahe stehendes Thier gewesen sein mag. Die Cosmovici'sche Abhandlung in ihren Einzelheiten, unter denen gewiss manche richtigen und werthvollen Angaben sind, hier durchzugehen, kann nicht in meiner Absicht liegen, jedoch muss ich den einen von diesem Autor ganz in den Vordergrund gestellten und oft betonten Cardinalpunkt, dass nämlich die vorderen Nephridien der Terebellen keine inneren Mündungen hätten, für den größten Missgriff erklären, den er sich hat zu Schulden kommen lassen, denn unter den ziemlich zahlreichen Vertretern aus dieser Gruppe, die ich untersucht habe, ist mir auch nicht eine einzige Art begegnet, bei welcher dieses der Fall wäre. Seine Unterscheidung zwischen »organes de Bojanus« und »organes segmentaires«, so weit sie sich hierauf begründet, wird somit hinfällig. Hätte Cosmovici sich der Mühe unterzogen, die diesbezüglichen Verhältnisse etwas genauer zu prüfen, so wäre er nicht in solch einen Fehler verfallen; Grund dazu wäre um so mehr vorhanden gewesen, als schon viel früher auch für die vorderen Organe verschiedener Terebelloiden die Trichter beschrieben und abgebildet waren — so z. B. bei *Terebella gelatinosa* von Keferstein (1862 p. 127 Fig. 20 Taf. 11) und bei *Heteroterebella sanguinea* von Claparède (1868 p. 391 Fig. 3 *B* Taf. 29). Wie so er endlich darauf kommt, dass die Wimpertrichter der hinteren Nephridien von *Pectinaria belgica* sich nicht nach vorn, sondern nach hinten öffnen sollen, ist mir absolut unverständlich.

II.

Die Excretions- und Genitalorgane der Cirratuliden.

»Der ganze innere Raum der Leibeshöhle ist mit einer eigenen Membran ausgekleidet, wie bei *Sabella*, welche eine Reihe von Fächern bildet«, sagt Grube (1838 p. 34) über »*Cirratulus Lamarckii*«; dieses Verhalten ist charakteristisch für die ganze Gruppe. Weiter heißt es:

Digitized by Google

»An diesen Scheidewänden liegt die Bildungsstätte der Eier. Betrachtet man nämlich ein solches Dissepiment unter dem Mikroskop, so entdeckt man an ihm außer den sich kreuzenden sternförmig laufenden und Cirkelfasern, gekräuselte, an einzelnen Stellen mehr erweiterte Schläuche, in denen kleinere und größere Eierchen sich befinden. Am zahlreichsten sind sie in den von mir untersuchten Exemplaren an der Peripherie, wesshalb auch gleich auf den ersten Blick die Dissepimente hier dicker als in der Mitte erscheinen.«

Dieselbe Lage, wie sie von GRUBE für die Ovarien angegeben ist, haben auch die Hoden.

Bei den Cirratuliden befinden sich die Geschlechtsdrüsen in allen Segmenten der mittleren und hinteren Körperregion, nur in einer bestimmten, bei den einzelnen Arten verschiedenen Anzahl vorderer Segmente fehlen sie ganz. Dem entsprechend begegnen wir auch in dieser Gruppe einer Differenzirung der Nephridien im ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Abschnitt des Körpers.

1. Das Nephridialsystem der Cirratuliden im Allgemeinen.

Die vorderen Nephridien, die sich durch eine außerordentlich starke Ausbildung ihrer excretorischen Abschnitte, der Nephridialschläuche, auszeichnen, sind bei allen Vertretern dieser Familie, so weit sich aus den bisherigen Angaben ersehen lässt, stets nur in einem einzigen, ganz vorn gelegenen Paare vorhanden.

Sie wurden von KEFERSTEIN (1862 p. 122—123, Taf. 10 Fig. 30) entdeckt und für *Cirratulus filiformis* in zutreffender Weise beschrieben. Seine Darstellung lautet wörtlich: »Vom 1. bis 5. Segmente liegt jederseits neben dem Darme ein schlingenartig zusammengebogener Canal, dessen einer Schenkel braun pigmentirte Wand, der andere farblose Wand hat. Die Mündungen beider Canäle liegen dicht neben einander an der ventralen Seite des unteren Fußstummels im ersten Segmente, der farblose Ast aber mündet hier mit weiter ovaler Öffnung nach der Körperhöhle, der pigmentirte aber durchsetzt die Körperwand und öffnet sich nach außen mit einer runden Mündung, die rhythmische Schließungen und Öffnungen macht. Im farblosen Canale stehen große Cilien, und die Bewegung derselben ist nach dem pigmentirten Canale hin gerichtet, in welchem die Cilien kürzer sind und, wie es schien, die innen befindlichen Körner sich in keiner bestimmten Richtung fortbewegen«. — »Wie angeführt finden sich solche wimpernde Canäle auch beim *Cirratulus bioculatus*«, wo sie

Digitized by Google

»vom 8. bis 13. Segmente« reichen (den vorderen Abschnitt der Organe wird K. übersehen haben, wie ich vermuthe) »und vielleicht kann man die wimpernden Drüsen des *C. borealis*«, welche »bis zum 3. oder 4. Segmente« gehen, »auch hierher rechnen. Es ist dies ein sehr ausgebildetes Segmentalorgan, das sehr wohl zur Ausführung der Geschlechtsproducte aus der Leibeshöhle dienen kann« (KEFERSTEIN 1862 p. 122, Taf. 10 Fig. 23 und p. 121, Taf. 10 Fig. 19). Nur in dieser letzteren Vermuthung hat sich unser Autor geirrt; als Ausführungswege für die Geschlechtsproducte können diese »Segmentalorgane« nicht dienen, da in den vorderen Segmenten, in welchen sie liegen, solche weder gebildet werden, noch in Folge der sie zurückhaltenden Dissepimente hinkommen können.

Die Nephridialschläuche des vorderen Nephridienpaares, welche meistentheils recht lang sind, durchsetzen eine Reihe von Dissepimenten. Schon aus den Angaben von KEFERSTEIN geht hervor, dass sie nicht überall die gleiche Länge haben; gelegentlich kommt es auch vor, dass die Schleifen dieser Organe verhältnismäßig kurz, wofür die Schläuche dann aber um so mehr in die Breite entwickelt sind und auf beiden Seiten eine voluminöse Masse von unregelmäßiger Form bilden.

Mit einem derartigen Beispiel hat uns CLAPARÈDE (1868 p. 266, Taf. 23 Fig. 4 und p. 269) bekannt gemacht. Bei *Cirratulus chrysoderma* bezeichnet er die vorderen Nephridien als »enroulé en spirale anguleuse«, und seiner Abbildung nach zu urtheilen, erstrecken sich ihre Schleifen hier nur durch 2 Zonite; die ovale Ausmündungsöffnung liegt jederseits in den neuralen Parapodien des zweiten, i. e. des ersten setigeren Körperringes. Die innere Mündung der Organe scheint er nicht gesehen zu haben. Seiner Angabe nach befindet sich das vordere Paar Nephridialporen bei *Audouinia filigera* (= *Cirratulus filigerus* Delle Chiaje) in derselben Lage, wie bei der erstgenannten Art, und von mir aus kann ich hinzufügen, dass auch die recht massigen Nierenorgane selbst, die er nicht weiter beschreibt, wie dort nur durch zwei Segmente gehen.

Ein ähnliches Nephridienpaar scheint auch *Archidice glandularis* zu besitzen, von welcher LANGERHANS (1884 p. 259, Taf. 15 Fig. 18*a*) sagt, dass im ersten und zweiten setigeren Zonite sich »eine grüne Drüse« befindet, ohne jedoch eine nähere Beschreibung derselben zu geben.

Das für die Cirratuliden durchaus typische Verhalten, dass immer nur ein einziges vorderes Nierenpaar vorkommt, ist sogar bei so

Digitized by Google

abweichenden Formen eingehalten, wie sie die Gattung *Heterocirrus* repräsentirt; so haben MARION und BOBRETZKY (1875 p. 66—67) für *H. frontilis* Gr. ein Paar langer Nephridialschleifen verzeichnet, welche beim lebenden Thiere in den ersten acht Segmenten durchschimmern sollen.

Außer den beiden von CLAPARÈDE angeführten Arten kommen im Golf von Neapel noch mehrere kleinere Cirratuliden vor — es mögen neue darunter sein. Bei allen habe ich ein Paar vordere Organe gefunden, die hier länger, dort kürzer waren, stets aber hatten sie gut entwickelte, überall in gleicher Lage befindliche Nephrostomen und pigmentirte stark ausgebildete Nierenschläuche; auch ihre Ausmündungsporen nahmen immer am Körper dieselbe Stellung ein.

COSMOVICI (1879—1880 p. 347) ist also vollständig im Unrecht, wenn er die KEFERSTEIN'sche Angabe über *Cirratulus filiformis* bestreitet und behauptet, dass bei den Cirratuliden nur in der mittleren und hinteren Leibesregion Nephridien vorkämen; und man braucht doch nur ein kleineres, lebendes Exemplar irgend einer Cirratulusart bei angemessenem Drucke unter schwacher Vergrößerung zu betrachten, um die dunklen, flimmernden, meist recht großen Schleifencanäle am Vorderende des Thieres fast auf den ersten Blick zu bemerken.

Hinter dem vorderen, excretorischen Nephridienpaare folgt bei den Würmern unserer Gruppe eine Reihe von Zoniten, in denen solche Organe ganz fehlen; erst in der Geschlechtsregion treten sie wieder paarweise in jedem Segmente auf, hier aber in anderer Form und haben die Ausführung der Genitalproducte aus dem Körper zu besorgen.

Die hinteren Nephridien der Cirratuliden öffnen sich mit verhältnismäßig weiten Wimpertrichtern an der Vorderseite der resp. Dissepimente in die davor liegenden Zonite, ihre schlauchförmigen Abschnitte sind wenig entfaltet, bilden meist nur ein ganz kurzes Rohr im nächstfolgenden Körperringe und münden noch vor den neuralen Parapodien desselben mit kleinen, einfachen Poren nach außen.

Diese Organe wurden zuerst von WILLIAMS (1857 p. 128, Taf. 8 Fig. 22) bei *Cirratulus Lamarckii* aufgefunden; allein auch hier wie bei vielen anderen Anneliden, deren »Segmentalorgane« er beschrieben hat, verfiel genannter Autor in denselben Irrthum, dass er den Wimpertrichter für eine zweite äußere Öffnung hielt.

KEFERSTEIN (1862 p. 123) hat die hinteren Paare nicht gesehen,

Digitized by Google

wie er selbst sagt, dagegen haben CLAPARÈDE und METSCHNIKOW (1869 p. 192—193, Taf. 14 Fig. 4 *a*) die Vermuthung ausgesprochen, dass solche vorhanden wären und im Dienste der Geschlechtsfunctionen ständen. Von großem Interesse ist die bezügliche Mittheilung der beiden letzteren Forscher: bei einer dem *Cirratulus chrysoderma* Clap. sehr ähnlichen Form fanden sie »eigenthümliche Körper«, »die zu je einem jederseits in mehreren Segmenten der mittleren Leibesregion eingeschlossen waren« und sich als »junge Individuen, die bereits die Merkmale der Gattung *Cirratulus* trugen«, erwiesen; der Umstand, dass die Larven im Körper des Mutterthieres »von einer Membran eingeschlossen« waren, ließ sie annehmen, dieselben säßen je »in der Höhle eines Segmentalorganes«. Diesen Angaben zufolge hätten wir in der Gruppe der Cirratuliden einen höchst bemerkenswerthen Fall von »Brutpflege«.

Erst COSMOVICI (1879—1880 p. 345, Taf. 28 Fig. 11 und p. 347) hat schließlich das Vorkommen von hinteren Nephridien bei unseren Würmern, wo sie schon WILLIAMS beobachtet hatte, mit Nachdruck wieder behauptet. In seiner Arbeit heißt es: »Le *Cirratulus filiformis* présente des organes segmentaires par paires dans presque tous les anneaux; seulement ici ils sont attachés à la face antérieure de chaque diaphragme (Fig. 11)«. An einer anderen Stelle sagt er ferner, dass sie nur in der mittleren und hinteren Körperregion auftreten, was ja für diese Kategorie von Organen auch stimmen möchte, allein von einer sonderbaren Auffassung zeugt das Prädicat »attachés à la face antérieure de chaque diaphragme«, das nämlich, wenn ich ihn richtig verstehe, heißen soll, die Nephridien seien hier nicht wie gewöhnlich nach vorn, sondern nach hinten zu gegen die Leibeshöhle hin offen — also derselbe Irrthum wie bei *Pectinaria belgica*. Beim *Cirratulus* mag der Fehler daher gekommen sein, dass COSMOVICI ein Stück von dem zu untersuchenden Thiere ausgespannt hatte und nachher nicht mehr wusste, was vorn, was hinten sei; zur Bekräftigung seiner Aussage verweist er endlich auf eine Abbildung, an welcher es mir wenigstens beim besten Willen unmöglich ist, auch nur eine Spur von einem »organe segmentaire« zu entdecken.

Was mich am Nephridialsystem der Cirratuliden vor Allem interessirte, waren die Beziehungen desselben zum Peritoneum im Allgemeinen und das Verhalten der Nephrostomen zu den Dissepimenten im Besonderen; indem es mir hierbei auch auf die Lageverhältnisse der respiratorischen oder distalen Ringgefäße und der

Digitized by Google

Kiemen selbst ankam, so habe ich für die nachfolgende Darstellung als Beispiel eine Art gewählt, bei welcher die angedeuteten Relationen sich möglichst einfach gestalten.

2. Die Nephridien von *Chaetozone setosa* Mgrn. und deren Beziehungen zum Peritoneum, den Dissepimenten und Mesenterien.

Die Eintheilung der Leibeshöhle.

Die vordersten 11 Zonite incl. das Kopfmundsegment, welches ich auch hier als das erste bezeichne, bilden bei *Chaetozone setosa* die ungeschlechtliche Körperregion[1]; alle folgenden mittleren und hinteren Segmente erscheinen in functioneller Hinsicht bis zu einem gewissen Grade wiederum als Einheit, indem in ihnen mit einziger Ausnahme der allerletzten Zonite die Geschlechtsproducte erzeugt werden, und stellen somit die Genitalregion des Thieres vor.

Der Länge nach ist die ganze Leibeshöhle, angefangen von der 1.—2. Zonitgrenze, durch eine ununterbrochene Serie von echten Dissepimenten in segmentale nach vorn und hinten vollständig abgeschlossene Kammern getheilt. Diese transversalen Septen bestehen je aus einer vorderen und einer hinteren Peritoneallamelle, zwischen denen eine bald größere, bald geringere Menge in den verschiedensten Richtungen sich kreuzender, kernhaltiger Muskelfasern eingeschaltet ist; ihre beiden membranösen Blätter gehen überall in die allgemeine, peritoneale Auskleidung der resp. Zonithöhlen continuirlich über.

Im Bereiche der einzelnen Segmente erfährt das Cölom sodann eine weitere Eintheilung in eine rechte und linke Hälfte durch die neuralen und hämalen Darmmesenterien (Taf. 26 Fig. 5, 6 *n.Mr*, *h.Mr*). Diese longitudinalen Septen haben denselben Bau wie die transversalen; ihre beiden Lamellen stehen oben und unten mit

---

[1] Nach der früheren Rechnungsweise würde dieser Leibesabschnitt um ein Zonit kürzer sein, da die älteren Autoren immer den ganzen vorderen borstenlosen Theil der Cirratuliden als zum Mundsegment gehörig betrachteten und dem zufolge das erste mit Borsten versehene Segment für das zweite hielten; bei allen Formen, die mir zu Gebote standen, muss ich jedoch das letztere für das dritte erklären. Bei *Chaetozone* ist nun dieses Verhalten an der Zahl der intersegmental gestellten Kiemen ganz deutlich erkennbar, indem sich vor dem ersten setigeren Zonite deren zwei Paar befinden, und ferner auch innen distale Ringgefäße und Dissepimente in entsprechender Anzahl vorhanden sind.

Digitized by Google

dem Peritoneum, vorn und hinten mit den entsprechenden Blättern der Dissepimente und in der Mitte zu beiden Seiten des Darmcanals durch Vermittlung von dessen peritonealer Umhüllung unter einander in Continuität. Auf diese Weise sind die Höhlen der Zonite eigentlich paarig, und die rechte ist von der linken vollkommen geschieden. Nicht vorhanden sind die medianen Darmmesenterien nur in den zwei ersten Segmenten, wo jedoch immerhin Rudimente derselben vorkommen (Taf. 26 Fig. 1, 2).

Weit weniger vollständig ist die Abgrenzung der Darm- und Nierenkammern gegen einander, da eine solche bei unserer Cirratulidenspecies nur durch je ein Paar dreieckiger Quermuskelplatten in jedem Zonite bewerkstelligt wird. Die besagten Muskelbänder inseriren mit breiter Basis zu beiden Seiten des Bauchmarks und mit schmalem Ende an der Seitenlinie dicht hinter der Parapodialebene, welche ungefähr durch die Mitte der Segmente geht (Taf. 23 Fig. 5 *qm*); hier breiten sich ihre Fasern vertical fächerförmig aus und befestigen sich an den distalen Theilen der neuralen und hämalen Borstensäcke (Taf. 26 Fig. 25 *qm*), wodurch sie die Bedeutung von Parapodialmuskeln erhalten.

Das vordere Nierenpaar

ist bei *Chaetozone setosa* mit einem Paar wimpernder, innerer Mündungen und eben so vielen einfachen, äußeren Poren versehen; seine langen, excretorischen Nephridialschläuche sind zur Schleife zusammengelegt und erstrecken sich durch eine ganze Reihe von vorderen Zoniten, nämlich vom Anfang des 3. bis zum hinteren Ende des 7. Segments (Taf. 23 Fig. 4, 5 N^1), indem sie die auf dieser Strecke befindlichen Dissepimente durchsetzen.

Die Trichter des ersten Nephridienpaares gehören dem zweiten Dissepiment und somit der 2.—3. Segmentgrenze an; nach vorn öffnen sie sich in die Höhle des 2. Zonites (Taf. 23 Fig. 4, 5 Tr^1). Sie befinden sich in dem Bereiche der Darmkammer desselben, sind aber dessenungeachtet auf die Seitenlinien beschränkt, indem sich hier, wo keine borstentragenden Parapodien vorkommen, die distalen Enden der dreieckigen Quermuskelplatten dicht über der neuralen Längsmusculatur anheften, ohne dass sich ihre Fasern zu Fächern ausbreiten (Taf. 26 Fig. 1 Tr^1).

Der Bau dieser Nephrostomen ist ein sehr einfacher. Über den Quermuskeln nimmt das Peritoneum sowohl an der Seitenlinie, wo

Digitized by Google

es der Ringmuskelschicht des Körpers anliegt, als an der Vorderseite des Dissepimentes auf einer gewissen Strecke den Charakter eines echten Flimmerepithels an; der nach vorn offene Winkel, welchen Dissepiment und Leibeswand mit einander bilden, stellt eine verticale Trichterrinne vor und führt in die Trichteröffnung, unterhalb deren sich in Gestalt einer kurzen, niedrigen Peritonealfalte eine kleine Unterlippe erhebt. Vom Rande der Öffnung aus setzt sich das Epithel röhrenförmig nach hinten fort und bildet so den Trichtercanal, welcher die Leibeswand sofort verlässt und zwischen den beiden Blättern des Dissepimentes medianwärts nach unten seinen Weg nimmt; bald weicht er nach hinten ab, verlässt das Septum, mit dem er jedoch durch ein Mesenterialligament verbunden bleibt, und tritt in der Nähe der unteren Grenze des neuralen Muskelfeldes in die Darmkammer des 3. Segmentes ein, wo er in den betreffenden Excretionscanal übergeht.

Merkwürdig sind die Lagebeziehungen der Nephridialschläuche des vorderen Paares. Dieselben befinden sich nämlich, abgesehen von einem ganz kurzen Theile des Außenschenkels mit ihrem ganzen schleifenförmigen Abschnitte über den Quermuskeln, also im Bereiche der Darmkammern derjenigen Zonite, die sie passiren; hier sind sie dicht unter dem Verdauungscanal in nächster Nähe der Medianebene gelegen, in welcher sich die Innenschenkel auf den Segmentgrenzen sogar gegenseitig berühren (Taf. 26 Fig. 3 *N.I.S*, Fig. 4 *N.IS*, Fig. 25 *N.IS*).

Der Außenschenkel, welcher im Allgemeinen viel dicker ist als der innere, ist in der Mitte der einzelnen Segmente und besonders an seinem hinteren Ende stark aufgetrieben, wodurch die Schleifen auf den Zonitgrenzen eingeschnürt aussehen. Im Leben hat der äußere Schenkel eine dunkelgraugrüne Färbung, während der andere im Ganzen bedeutend heller ist und nach vorn zu schließlich ganz farblos wird.

Beide Schenkel der Schleife liegen fest an einander und stecken in einer gemeinsamen Peritonealhülle, welche innerhalb der einzelnen Zonite jederseits als eine Falte der entsprechenden Lamelle des neuralen Darmmesenteriums erscheint und auf den Segmentgrenzen auch in das vordere und hintere Blatt der bezüglichen Dissepimente direct übergeht.

Am vorderen Ende des 2. Körperringes angelangt, verlässt der centrifugale Schlauchschenkel den centripetalen und wendet sich an der hinteren Seite des zweiten Dissepimentes, bedeckt von dessen

Digitized by Google

hinterer Peritoneallamelle, in einer nach unten geschwungenen Bogenlinie zur Leibeswand, welche er an der oberen Grenze der neuralen Längsmusculatur erreicht, längs dieser biegt hier das distale Endstück des Außenschenkels nach hinten ab, um sich nach kurzem Verlaufe zwischen dem Peritoneum und der Ringmuskelschicht der Seitenlinie in die letztere zu versenken (Taf. 26 Fig. 2 *N.*^{I}*a.S*).

Besondere Ausmündungscanäle sind an den vorderen Nierenorganen von *Chaetozone* eigentlich kaum zu unterscheiden, da sich die Hypodermis von den Nephridialporen aus nur sehr unbedeutend nach innen einstülpt (Taf. 26 Fig. 2 *N.*^{I}*P*); auch ist hier keine Papillenbildung zu bemerken. Die beiden äußeren Öffnungen dieser Nephridien liegen im 3. Segment vor den neuralen Parapodien und zwar noch mehr bauchwärts als diese selbst, also schon im Bereiche der entsprechenden Längsmusculatur des Körpers (Taf. 23 Fig. 4, 5 *N.*^{I}*P*).

Die Genitalschläuche.

Als solche werden wir die Nephridien der Geschlechtsregion bezeichnen können, da die Excretionsschläuche derselben so zu sagen auf ein Minimum reducirt sind und sie durch ihre weiten inneren Mündungen zur Aufnahme und Ausfuhr von Sperma oder Eiern ganz besonders geeignet erscheinen.

Die hinteren Nephridien kommen bei unserer Art angefangen vom 12. Segment zu je einem Paare in allen folgenden Zoniten mit Ausnahme nur einiger weniger am äußersten Schwanzende vor (Taf. 23 Fig. 4, 5 N^{2}...).

Die Trichter dieser Organe sind fast eben so gebaut und haben beinahe dieselben Beziehungen zu den betreffenden Dissepimenten wie diejenigen des vorderen Nierenpaares, nur sind ihre Eingangsöffnungen breiter, die bewimperte Strecke an den vorderen Lamellen der resp. Septen größer und ihre Lage etwas anders, indem sie nicht wie jene in die Darmkammern, sondern an der oberen Grenze der neuralen Längsmusculatur in die Nierenkammern der jedes Mal vorhergehenden Segmenthöhlen münden (Taf. 26 Fig. 5, 25 *Tr*); ein weiterer Unterschied besteht ferner darin, dass sie gar keine Unterlippen besitzen und sich in gerader Richtung nach hinten in die darauf folgenden kurzen Canäle fortsetzen.

Die Schläuche der hinteren Nephridien stellen kurze farblose Röhrchen vor, welche mit ziemlich weitem Lumen an der

Digitized by Google

Trichteröffnung beginnen und nach hinten sehr rasch enger werden; sie beschreiben dabei einen abwärts gerichteten Bogen und liegen ihrer ganzen Ausdehnung nach außerhalb des Peritoneums (Taf. 23 Fig. 4, 5 N^2...; Taf. 26 Fig. 25 [*N.S*]).

Die hinteren Nephridialporen sind eben so einfach wie die vorderen, befinden sich gleichfalls vor den neuralen Parapodien ihres Segmentes (Taf. 23 Fig. 4, 5 N^2...), dabei aber nicht so weit unten wie diese, sondern im neuralen Theile der Seitenlinie (Taf. 26 Fig. 6, 25 *N.P*).

Von Interesse ist das nicht ganz regelmäßige Vorkommen der Nephridien im vordersten Geschlechtszonite (Taf. 23 Fig. 4, 5 N^2 in Segm. 12). Diese beiden Organe sind im Allgemeinen gerade so gebaut, wie alle übrigen hinteren Paare, nur zeigen sie häufig eine Neigung zur Verkümmerung; meistens sind dann sowohl Trichter als Schlauch viel weniger ausgebildet als bei den folgenden, und oft haben sie gar keine äußere Öffnung.

Histologie des Nephridialsystems.

Auch bei den Cirratuliden geht das Trichterepithel in das angrenzende Peritoneum continuirlich und allmählich über. Bei *Chaetozone setosa* besteht es aus ziemlich kleinen, niedrigen, annähernd cubischen Zellen mit runden Kernen, die sich sehr dunkel färben, und langen Wimpercilien, welche von vorn nach hinten schlagen.

Während diese Elemente bei allen Organen des Körpers denselben Charakter tragen, ist das Epithel der schlauchförmigen Theile der Nephridien in der ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Leibesregion verschieden.

In den Nephridialschläuchen der vorderen Nierenorgane, die, wie wir sahen, eine sehr bedeutende Ausbildung erlangen, ist ein echtes Excretionsepithel vorhanden. Besonders im Außenschenkel ist dieses stark entwickelt, besteht aus großen Zellen, mit vorgewölbter Oberfläche, langen aber nicht zahlreichen Flimmerhaaren und runden, hellen Kernen; in ihrem körnigen Protoplasma werden die pigmentirten Excretionskörperchen erzeugt, die den Organen die dunkle Färbung verleihen. Eine Vacuolenbildung habe ich bei unserer Art nicht beobachtet, dagegen habe ich sie bei anderen Cirratuliden, so z. B. bei *Cirratulus filigerus* Delle Chiaje sehr deutlich gesehen. Im distalen Endabschnitte des centrifugalen Schleifenschenkels wird die in Rede stehende Zellschicht ganz flach, ihre Kerne kleiner und nehmen bei

Digitized by Google

der Tinction einen dunkleren Farbenton an. In entgegengesetzter Richtung macht sich im Excretionsepithel auch eine allmähliche Veränderung bemerkbar: dasselbe wird nämlich im Innenschenkel, wo seine Zellen überhaupt kleiner sind und nur sehr wenig Ausscheidungsproducte enthalten, nach vorn zu immer flacher, die Kerne kleiner und dunkle und ist schließlich am Anfange dieses Abschnittes von den Elementen des anstoßenden Trichtercanales nicht mehr zu unterscheiden. Somit wäre hier in histologischer Hinsicht keine scharfe Grenze zwischen dem Epithel des Trichters und demjenigen des Nierenschlauches zu ziehen. Ganz ähnlich fand ich dieses Verhalten auch bei den übrigen Vertretern dieser Familie, die ich darauf hin untersucht habe; es scheint mir somit für die Gruppe typisch zu sein.

In den hinteren Paaren oder Genitalschläuchen von *Chaetozone* kommt nun gar kein Excretionsepithel zur Entwicklung. Die kurzen Röhrchen derselben sind vielmehr innen von einer Zellschicht ausgekleidet, die genau dieselben Eigenschaften besitzt, wie das entsprechende Gewebe der Wimpertrichter; sie erscheinen daher gewissermaßen als Trichtercanäle, welche direct nach außen münden.

Über die peritoneale Umhüllung der Nephridien wäre nichts Besonderes zu bemerken.

Die äußeren Mündungen der Organe stellen überall einfach Hautporen vor, an deren Rändern sich das Hypoderm etwas nach innen hineinsenkt; ob es hier mit Cilien besetzt ist, kann ich nicht sagen.

3. Das Gefäßsystem von *Chaetozone setosa*.

Eigentlich würde für die in dieser Studie verfolgten Zwecke eine Beschreibung des Verlaufes der Kiemengefäße und der Lagebeziehungen der Rückenkiemen ausreichend sein, allein da mir in der Folge auch die übrigen Gefäße der Cirratuliden zu einem beabsichtigten Vergleiche unentbehrlich sein werden, so ziehe ich es vor, gleich hier eine auf die Hauptsachen beschränkte Darstellung vom ganzen System einzuschalten.

Das active Centralorgan des ganzen Blutumlaufes besteht bei *Chaetozone*, wie auch bei allen der gleichen Familie angehörigen Würmern, aus zwei verschiedenen, der Länge nach auf

Digitized by Google

einander folgenden Theilen, nämlich dem weiten, contractilen Darmsinus hinten und dem mächtigen, stark pulsirenden Rückengefäße vorn; das letztere bildet gewissermaßen einen Conus arteriosus, während das erstere diesem gegenüber gleichsam eine venöse Vorkammer des Herzens vorstellt.

Das Vas dorsale (Taf. 23 Fig. 4; Taf. 26 Fig. 1, 2, 5, 6, 25 *V. d*) nimmt seinen Ursprung vom Darmsinus bei unserer Art erst in der vorderen Hälfte des Körpers, also noch im Bereiche des Mitteldarmes, verläuft als ein dicker medianer Längsstamm, der wie auch der Sinus intestinalis, der Darm und die vorderen Nierenschläuche intersegmentale Einschnürungen zeigt, über dem Verdauungscanal nach vorn und wird im 3. Segmente, wo es seine contractilen Wandungen verliert, auf einmal sehr viel enger, so dass es nunmehr als einfaches, ziemlich dünnes Gefäß bis zum Gehirn seinen Weg weiter fortsetzt; hier gabelt es sich zur Bildung der

circumoralen Blutbahnen und Gefäße des Kopflappens.

Aus dieser Gabelung gehen ein Paar nach beiden Seiten aus einander weichende Stämmchen hervor, welche längs der hinteren Oberfläche des Gehirns und den Schlundcommissuren an der Körperwand herabsteigen und wie die letzteren den Mund umgreifen, woher ich sie Schlundringgefäße nenne (Taf. 23 Fig. 4—8, Taf. 26 Fig. 1, 2 *V. c. o*). Im hinteren Theile des Kopfmundsegmentes erheben sich diese Gefäße wieder bis zur Seitenlinie, verlaufen oberhalb der Quermuskeln nach hinten, gehen dann in der Darmkammer neuralwärts nach innen und vereinigen sich am Anfange des 3. Zonites in der Medianebene zum Vas ventrale; da sie ähnlich wie dieses weiter hinten auf den 1.—2. und 2.—3. Segmentgrenzen Kiemenvenen aufnehmen, so können wir sie in ihrem postoralen Abschnitte als gespaltenes oder paariges Bauchgefäß betrachten.

An der Stelle, wo sich das Vas dorsale in die beiden Schlundringgefäße theilt, nimmt das präorale Gefäßsystem seinen arteriellen Ursprung (Taf. 23 Fig. 6—8). Hier zweigt sich ein Paar kleinerer nach vorn gerichteter Äste ab, die man als oberes Gefäßpaar des Kopflappens (*V''*) bezeichnen kann; sie umgehen das Gehirn zu beiden Seiten und vereinigen sich vor demselben zu einem oberen, medianen Kopflappengefäß (*V.''a*). Dieses Stämmchen setzt sich hämal bis in die vordere Spitze des Kopfes fort und kehrt neural als unteres, medianes Kopflappengefäß (*V.'a*) zurück, theilt sich vor dem Gehirn in zwei seitliche Zweige und

Digitized by Google

bildet so ein unteres Gefäßpaar des Kopflappens (*V'*), welches in die absteigenden Theile der Vasa circumoralia einmündet. Die Beziehungen dieser präoralen Blutbahnen zu den verschiedenen Gehirnabschnitten sind aus den angeführten halb-schematischen Bildern ersichtlich.

Das respiratorische Gefäßsystem.

Abgesehen von den eben beschriebenen Gefäßen giebt das Vas dorsale weitaus die größte Menge des in ihm enthaltenen Blutes vermittels entsprechender Seitenzweige den Bahnen der Athmungsorgane ab und erscheint somit als ein echtes Kiemenherz; die Art und Weise aber, wie dasselbe auf die einzelnen, paarigen, respiratorischen Körperanhänge von hier aus vertheilt wird, ist vorn und hinten verschieden.

Die vorderen Kiemenarterien, es sind deren 4 Paare (Taf. 23 Fig. 4 *K.*^{1}a—*K.*^{4}a), entspringen auf den bezüglichen (1./2.—4./5.) Zonitgrenzen direct vom Rückengefäß, verlaufen längs der Vorderseite der Dissepimente und in der Nähe der beiden hämalen Muskelfelder bis zur unteren Kante der letzteren, biegen um diese und steigen nach außen von ihnen aufwärts, wo sie bald darauf in die resp. Kiemen eintreten.

Der ganze folgende Abschnitt des Kiemensystems erhält das Blut aus dem Vas dorsale durch das nächste und zugleich letzte Paar Seitenäste desselben, die beiden contractilen, oberen Bogengefäße (Taf. 23 Fig. 4; Taf. 26 Fig. 25 *V. br*), welche sich von dem ersteren ungefähr in der Mitte des 5. Segments abzweigen, im Bogen nach unten und hinten herablaufen und das fünfte Dissepiment passirend in den auch pulsirenden Seitengefäßen (Taf. 23 Fig. 4; Taf. 26 Fig. 5, 6, 25 *V. l*) ihre weitere Fortsetzung finden: diese nun liegen der unteren Grenze der hämalen Längsmusculatur an und senden längs der vorderen Seite der transversalen Septen, die sie durchsetzten, die Kiemenarterien für die mittlere Körperregion aus (Taf. 23 z. B. *Ki.*^{9}a; Taf. 25 Fig. 25 *Ki.a*), welche somit viel kürzer sind als die vorderen, da ihnen die entsprechenden oberen Stücke jener fehlen.

Innerhalb der Rückenkiemen (Taf. 23 Fig. 4; Taf. 26 Fig. 1, 25 *Ki*), welche sich bei *Chaetozone setosa* als paarige, von vorn nach hinten kürzer werdende Hohlfäden auf den Segmentgrenzen zu beiden Seiten des Körpers erheben, bilden die Kiemengefäße eine der Länge der ersteren entsprechende respiratorische Schlinge,

Digitized by Google

kehren dann wieder in die Leibeshöhle zurück und verlaufen in parietaler Lage an der Vorderseite der Dissepimente medianwärts nach unten, um sich mit dem Bauchgefäß zu vereinigen; dieses wären die Kiemenvenen (Taf. 23 Fig. 4, 5; Taf. 26 Fig. 25 *Ki.v*), die im ganzen Körper dasselbe Verhalten beurkunden. Eine Ausnahme hiervon bilden nur die zwei vordersten Zonite, wo diese Venen in die beiden Schlundringgefäße einmünden und daher mit ihren proximalen Enden ziemlich weit von einander entfernt sind.

Der hinteren Leibesregion fehlen die Kiemen ganz, woher dort auch keine respiratorischen Gefäßschlingen vorkommen; ferner reichen die seitlichen Längsstämme nicht bis in diesen Abschnitt hinein, sondern hören schon früher auf, und schließlich ist hier kein Rückengefäß vorhanden. In Folge dessen verhalten sich auch die intersegmentalen, den Quersepten angehörigen Blutbahnen anders: von Kiemenarterien und -venen kann nicht mehr die Rede sein, da sie nun auf jeder Seite zu einheitlichen Bögen vereinigt sind; vom Darmsinus ausgehend und im Vas ventrale zusammentreffend bilden sie einfache distale Ringgefäße.

Das Bauchgefäß (Taf. 23 Fig. 4, 5; Taf. 26 Fig. 3—5, 25 *V.o*) liegt seiner ganzen Länge nach im Bereiche der Darmkammern dicht über dem Bauchstrange und reicht vom 3. Segment bis an das hintere Ende des Thieres; indem es vorn die Schlundringgefäße und durch Vermittlung dieser das Blut aus den zwei Paar vordersten Kiemenvenen erhält, alle folgenden aber so wie hinten die distalen Ringgefäße direct aufnimmt, erscheint es als Hauptvene des Körpers, aus welcher die Blutflüssigkeit vermittels kleiner, unpaarer, im neuralen Darmmesenterium aufsteigender Stämmchen wieder in die venöse Vorkammer des Herzens i. e. den Sinus intestinalis zurückgeführt wird.

Das Gefäßsystem des Darmcanals.

Abgesehen von seiner Zugehörigkeit zum activen Centralorgan repräsentirt der Darmsinus (Taf. 26 Fig. 5, 6, 25 *S.I*) im ganzen hinteren und mittleren Leibesabschnitte die einzige aber zugleich sehr inhaltreiche Blutbahn des Mitteldarmes, welchen er rings herum umgiebt. Nachdem sich das Vas dorsale von diesem Sinus getrennt hat, setzt sich derselbe noch eine recht ansehnliche Strecke weit nach vorn fort und gehört dann in diesem Theile ausschließlich dem Verdauungstractus an.

Etwa im 11. Zonite erreicht er sein vorderes Ende und sendet

Digitized by Google

von hier über und unter der Speiseröhre je einen Längsstamm, das obere und das untere Ösophagealgefäß (Taf. 23 Fig. 4; Taf. 25 Fig. 3, 4, 25 *V. s. oe*, *V. sub oe*) aus, die sich beide in der Schlundregion spalten und paarig werden.

Das Haut-Muskelgefäßsystem

nimmt bei unserer Cirratulidenart seinen Ursprung von dem oberen Theile des Darmgefäßsystems. Es geht nämlich auf den Zonitgrenzen je ein Paar transversaler Seitenzweige, die Haut-Muskelarterien, vorn vom V. supraoesophageale, hinten vom Sinus intestinalis ab, die nach Art der Kiemengefäße Anfangs an den Dissepimenten verlaufen, bis sie in der Nähe der Leibeswand angelangt sind; nun verästeln sie sich und die so entstehenden Gefäße begeben sich in den Bezirk der benachbarten Segmente hinein, wo sie die Parapodien und Längsmuskelfelder versorgen, sich neural wieder vereinigen und dann in die Kiemenvenen einmünden (Taf. 26 Fig. 25 *V**).

Histologie des Gefäßsystems.

Gegen das Cölom hin ist das Lumen sämmtlicher Blutbahnen durch peritoneale Wandungen, die in das allgemeine Peritoneum continuirlich übergehen, vollständig abgeschlossen. Außer diesen, welche bei allen einfachen Gefäßen die einzigen sind, besitzen die selbständig pulsirenden Blutgefäße, das V. dorsale, der Darmsinus, die contractilen, oberen Bogengefäße und die beiden V. lateralia noch eine innere musculöse Auskleidung, deren kernhaltige Muskelfasern in sehr verschiedenen Richtungen angeordnet sein können; zum größten Theil jedoch sind es Cirkelfasern.

Interessant sind die Beziehungen derjenigen Gefäße, welche an oder in den Scheidewänden der Leibeshöhle verlaufen. So die Kiemenarterien und -venen so wie deren hintere Homologa, die distalen Ringgefäße, die den transversalen Septen an der Vorderseite fest anliegen: ihre peritonealen Wandungen stehen in Continuität mit dem jeweilig vorderen Blatte der Dissepimente und erscheinen gewissermaßen als Falte des letzteren, wonach ihr Lumen als Theil des zwischen den beiden Lamellen eingeschlossenen, im Übrigen von Muskelfasern erfüllten Raumes betrachtet werden muss. Eben so verhalten sich auch die Hautmuskelarterien. Ferner müssen

Digitized by Google

wir hierher noch die contractilen, oberen Bogengefäße rechnen; mehr in der Mitte des betreffenden Zonites vom V. dorsale entspringend, sind sie durch doppelblätterige Ligamente mit der vorderen Membran des nächstfolgenden Dissepimentes verbunden, gehören demnach der letzteren an und entsprechen somit den oberen Theilen der vorderen Kiemenarterien.

Ähnlich ist das Verhalten der medianen Längsstämme zu den longitudinalen Septen des Körpers. Die rechte und linke Hälfte der peritonealen Wandschicht des Rücken- und Bauchgefäßes, des unpaaren oberen und unteren Ösophagealgefäßes und endlich des Sinus intestinalis finden in den entsprechenden Blättern der Darmmesenterien ihre directe Fortsetzung und die Lichtung dieser Blutbahnen gehört dem intraseptalen Raume an, was hier noch viel deutlicher hervortritt als dort. Da ferner alle zuletzt genannten Gefäße sich durch eine ganze Reihe von Segmenten erstrecken, so participiren an der Bildung ihrer Wandungen die medianen Abschnitte der peritonealen Auskleidung sämmtlicher Zonithöhlen, welche die ersteren durchlaufen. Innerhalb des Lumens liegen nun vom Blute bespült im Darmsinus der Mitteldarm und im Rückengefäß

der sog. Herzkörper.

Dieses sonderbare Organ besteht aus drei langen, soliden Strängen von schwarzbrauner Farbe, welche das Vas dorsale in seinem ganzen contractilen Theile von einem Ende zum anderen durchziehen (Taf. 23 Fig. 4; Taf. 26 Fig. 5, 6, 25 *H.K*); an den Gefäßwänden sind sie nirgends befestigt. Sie sind gebildet aus drüsigen Zellen mit runden, dunklen Kernen und körnigem Protoplasma, in welchem sich eine große Menge gelblich brauner Pigmenttröpfchen eingeschlossen befinden. Ich vermuthe, dass die Function des Herzkörpers in der Bereitung des Blutpigmentes bestehe, welches im aufgelösten Zustande in der rothen Blutflüssigkeit vorhanden ist. In der letzteren kommen nun noch eine relativ geringe Zahl kleiner, farbloser Blutzellen vor; ob dieselben vielleicht auch von der eben besprochenen Drüse herstammen oder einen anderen Bildungsort haben, ist mir unbekannt geblieben.

Digitized by Google

4. Das Gefäfssystem der übrigen Cirratuliden.

So weit sich aus der allerdings nur wenig umfangreichen vorhandenen Litteratur ersehen lässt und ich auch aus eigenen Beobachtungen schließen kann, sind die Gefäßverhältnisse in der ganzen Familie im Allgemeinen denjenigen sehr ähnlich, die für *Chaetozone* dargestellt worden sind.

Die hauptsächlichsten Arbeiten für das Gefäßsystem der uns eben beschäftigenden Würmer verdanken wir Delle Chiaje, Keferstein und Claparède.

Keferstein (1862 p. 123, Taf. 10 Fig. 28, 30) beschreibt die Circulationsorgane von *Cirratulus filiformis* Kef. Im Wesentlichen stimmt seine Darstellung des Kiemengefäßsystems mit der obigen von *Chaetozone setosa* überein. Er war es, der zuerst die »drei Streifen dunklen Pigments«, den Herzkörper, im Rückengefäße bemerkte. Von den Darmgefäßen erwähnt er nur die vorderen. Nicht richtig scheint mir die von ihm gezeichnete Verbindung der transversalen Seitenzweige der oberen intestinalen Blutbahnen mit den Seitengefäßen zu sein, es wäre aber andererseits auch nicht unmöglich, dass wir es hier mit einer dem *C. filiformis* eigenen Abweichung zu thun hätten.

Von den mit Querreihen von Rückenfäden versehenen Formen wurden in Bezug auf ihre Gefäße *C. chrysoderma* Clap. und *C. filigerus* Delle Chiaje (*Audouinia filigera* Clap.) untersucht.

Bei *C. chrysoderma* hat Claparède (1868 p. 265—266, Taf. 23 Fig. 4 *B*, *C*) besonders den Unterschied des Gefäßverlaufes in den »véritables branchies« und »filets tentaculaires« so wie deren Verschiedenheit im Bau hervorzuheben gesucht. Über den Ursprung der für die nicht metameren Fäden bestimmten Blutbahnen sagt er bei dieser Gelegenheit nichts. Seine übrigen, wenig ausführlichen Angaben über das Gefäßsystem stehen mit den meinigen im vorhergehenden Abschnitte so ziemlich im Einklange; auf Grund eigener Erfahrungen über die von ihm beobachtete Species muss ich jedoch seine Vermuthung, dass die vorderen paarigen Kiemenfäden keine Arterien, sondern nur vom Vas ventrale ausgehende Venen hätten, bestreiten.

Das Gefäßsystem von *C. filigerus* behandelten zuerst Delle Chiaje (1841, Taf. 91 Fig. 1, 2) und dann sehr viel eingehender Claparède (1868 p. 267—269; 1873 p. 90—92 Taf. 11). Im Allgemeinen finden wir auch bei dieser Art die uns bekannten Verhält-

Digitized by Google

nisse wieder. Den vom ersteren Forscher gemachten Beobachtungsfehler, dass das Bauchgefäß doppelt sei, berichtigt CLAPARÈDE; eben so weist er die SCHMARDA'sche (1861 p. 56) Ansicht, dass hier »zwei stellenweise durch Querstränge mit einander verbundene Rückengefäße« vorhanden seien, als unrichtig zurück.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass *C. filigerus* zwei Paar über einander gelegene Seitengefäße besitzt, wie dieses auch DELLE CHIAJE und CLAPARÈDE in seiner älteren Arbeit richtig darstellen; allein ihre Meinung, dass das obere Paar durch metamere Gefäße mit dem Vas dorsale verbunden sei und nach außen Kiemenarterien abgebe, beruht auf einem Irrthum.

Meinen Beobachtungen nach stehen die oberen Seitengefäße zu den Respirationsorganen in gar keiner Beziehung, sondern gehören vielmehr dem Hautmuskelgefäßsystem an; sie liegen ganz und gar im Bereich der hämalen Längsmuskelfelder und sind wahrscheinlich durch eine secundäre Verschmelzung entsprechender, horizontaler Nebenäste der Hautmuskelarterien zu Stande gekommen, zwischen denen sie auf jeder Seite von einem Segment zum anderen die Verbindung herstellen. Vom unteren Paare unterscheiden sich diese seitlichen Längsstämme, welche sich recht hoch am Rücken befinden, durch einen weniger regelmäßigen, häufig zickzackartigen Verlauf und geben außer anderen parietalen Blutbahnen die Parapodialgefäße ab. Die Hautmuskelarterien gehen auch hier den Dissepimenten anliegend hinten von der oberen Partie des Darmsinus und vorn vom oberen Ösophagealgefäß aus; dieses haben beide Forscher übersehen.

Die unteren Seitengefäße sind nun die eigentlichen arteriellen Längsstämme des mittleren und zum größten Theile auch hinteren respiratorischen Gefäßsystems; sie haben contractile Wandungen, verlaufen an der unteren Grenze der hämalen Längsmusculatur und erhalten das Blut aus dem Vas dorsale durch ein Paar pulsirende, obere Bogengefäße, um es dann weiter in die entsprechenden Kiemenarterien zu befördern.

Vorn, wo keine unteren Seitengefäße vorhanden sind, entspringen die Kiemenarterien wiederum direct vom Rückengefäß, aber, was dabei zu beachten ist, alle ungefähr aus einem Punkte, nämlich vom vorderen Ende desselben, das sich in einem vom Kopfe ziemlich weit nach hinten entfernt liegenden Zonite befindet; auch hier lehnen sich diese Gefäße an die resp. Dissepimente an, was jedoch nur dadurch möglich ist, dass auch die Septen mit ihren obe-

Digitized by Google

ren Theilen in gleicher Richtung bis zur Spitze des Vas dorsale zusammengerückt sind. An derselben Stelle gehen von dem letzteren auch die contractilen Bogengefäße und ganz vorn ein Paar Gabeläste aus, welche die arteriellen Hauptstämme für die transversalen Rückenfühler bilden.

Nach dem Gesagten endet somit das Rückengefäß bei *C. filigerus* schon lange vor dem Kopfmundsegment. In Folge dessen hat bei dieser Form das Vas supraoesophageale, welches sich bis ans Gehirn fortsetzt, die Versorgung des prä- und postoralen Theiles vom 1. Zonite übernommen; sich gabelnd giebt es sowohl den Blutbahnen des Kopflappens als den Schlundringgefäßen den Ursprung.

In dieser Weise wäre die Darstellung CLAPARÈDE's zu berichtigen und zu ergänzen; die Gefäßringe, die das Vas dorsale umgeben und die Kiemenarterien aussenden sollen, wie er in seiner späteren Arbeit behauptet und zeichnet, sind in Wirklichkeit nicht vorhanden. Den Herzkörper im Rückengefäße von *C. filigerus* hat CLAPARÈDE gesehen und beschrieben.

Merkwürdig ist es, dass von meinen Vorgängern keiner den bei den Cirratuliden so mächtig entwickelten Darmsinus, den ich bei allen von mir untersuchten Arten mit Leichtigkeit wiedergefunden habe, erwähnt und CLAPARÈDE, welcher das Vorkommen eines solchen bei einer ganzen Reihe von »sedentären« Anneliden selbst beobachtet hat, dasselbe für die genannte Familie ausdrücklich in Abrede stellt; es mag dieses darin seinen Grund haben, dass sowohl er als auch die übrigen Forscher ihr Hauptaugenmerk auf die vordere Körperpartie unserer Würmer gerichtet hatten.

Denselben Unterschied des Gefäßverlaufes wie bei *C. chrysoderma* hat CLAPARÈDE auch für die Rückenkiemen und Rückenfühler von *C. filigerus* constatirt; in den ersteren bilden die Kiemengefäße eine respiratorische Schlinge, in den letzteren dagegen ist stets nur ein einziges, distal blind endendes Achsengefäß vorhanden (1873 p. 106, Taf. 11 Fig. 7 und p. 92, Taf. 11 Fig. 6).

Noch ein Paar Worte über die Lage der Rückenkiemen bei den Cirratuliden in Bezug auf die Längsachse des Körpers. Diese Organe haben ähnlich wie bei *Chaetozone* so auch bei vielen anderen Vertretern der Gruppe eine intersegmentale Stellung, doch giebt es Ausnahmen hiervon; so stehen sie z. B. bei *C. filigerus*

Digitized by Google

etwas vor den Segmentgrenzen, jedoch noch immer hinter den Parapodien[1].

5. Die Peritonealdrüsen.

Hierher gehören nach der in der vorigen Studie gegebenen Definition die Genitaldrüsen, die Bildungsstätten der Lymphkörperchen und die pigmentirten Lymphdrüsen.

Die Geschlechtsdrüsen

befinden sich bei den Cirratuliden, wie schon erwähnt, mit Ausnahme eines je nach den Arten verschieden großen vorderen Körperabschnittes in allen Segmenten der mittleren und fast allen der hinteren Leibesregion; so beginnt ihr Vorkommen bei Chaetozone mit dem 12. Zonit (Taf. 23 Fig. 4, 5 *G.dr*), bei *Cirratulus filigerus* aber, wo ich in dieser Hinsicht eine sehr große, individuelle Variabilität gefunden habe, erst ungefähr zwischen dem 30.—50. Segmente. In Bezug auf die übrigen im Golf von Neapel vorkommenden Formen habe ich mir keine Notizen gemacht.

Dass es Grube war, welcher zuerst bei *C. Lamarckii* (= *filigerus* Delle Chiaje) die Dissepimente und an ihnen schlauchartige Gebilde als den Ort der Eibildung bezeichnet hatte, ist schon hervorgehoben worden. Alle späteren Autoren, welche sich mit der Anatomie unserer Würmer beschäftigt haben, sagen nichts über den uns hier interessirenden Punkt; erst von Cosmovici (1879—1880 p. 349—350, Fig. 11—13 *g*) erfahren wir wieder etwas über die Genitaldrüsen des »*C. filiformis*«.

Zunächst bestätigt er die Grube'sche Aussage über die Lage der Ovarialschläuche an den Dissepimenten auch für seine Form, welche meiner Ansicht nach wahrscheinlich derselbe *C. filigerus* gewesen sein wird. Die Einzeldrüsen, sowohl die weiblichen, als die männlichen, sollen zusammen traubenförmige Gruppen bilden und

[1] Die hämalen Gruppen von Tentakelfäden haben meines Erachtens mit den eigentlichen Rückencirren oder Kiemen nichts zu thun, ich glaube vielmehr, dass es ähnlich wie bei den Terebelloiden ursprünglich präorale Kopffühler waren, die erst später von hier aus nach hinten gerückt sind; dafür spricht auch der Umstand, dass diese Gebilde von terminalen Gabelästen des Vas dorsale mit Blut versorgt werden. Bei der Lebensweise der Cirratuliden erscheint die heutige Stellung der Tentakelbündel weit zweckmäßiger, da sie so den kegelförmigen Kopf zum Wühlen im Sande und Schlamm viel freier gebrauchen können.

Digitized by Google

jede mit einer besonderen Membran bekleidet sein; die Angabe, dass diese Organe an der Rückseite der Septen angeheftet sind, so wie seine Ansicht, dass das protoplasmareiche Basalgewebe der Keimdrüsen von dem benachbarten Gefäß aus ernährt wird, ist so weit richtig, dennoch haben diese Gebilde zu dem letzteren keine so directe Beziehung, wie er gesehen zu haben glaubt. Die Blutgefäße, von denen er redet, sind nichts Anderes als Kiemenvenen, die immer an der Vorderseite der Dissepimente und nicht, wie er behauptet, an der hinteren Oberfläche derselben verlaufen; daher können die Genitaldrüsen ihnen nicht direct aufsitzen. Ferner kommen diese Gefäße nicht vom »vaisseau sous-intestinal« und gehen auch nicht zum »vaisseau lateral«, sondern kommen, wie wir gesehen haben, stets aus ihren Kiemen und vereinigen sich mit dem Bauchgefäß, welches Cosmovici einfach für ein unteres Darmgefäß gehalten hat.

Während nun bei *C. filigerus* die Geschlechtsdrüsen mehr schlauchförmige Körper vorstellen, welche in allen Zoniten der Genitalregion im Bereiche der Kiemenvenen, aber nicht wie diese an der vorderen, sondern an der hinteren Oberfläche der Dissepimente ziemlich unregelmäßige, traubige Gruppen bilden, zeichnen sie sich bei *Chaetozone setosa* durch constantere Form und Anordnung aus. Hier sind die Hoden und Ovarien als solide Drüsen zu je einem Paare in jedem Geschlechtszonite vorhanden und liegen in den Nierenkammern in der Nähe der Nephridien; dicht vor ihnen, aber getrennt durch das Septum, verlaufen die Kiemenvenen oder weiter nach hinten die distalen Ringgefäße (Taf. 23 Fig. 4, 5; Taf. 26 Fig. 5, 25 *G.dr*). Ihrem histologischen Verhalten nach erscheinen sie als plasmareiche Zellwucherungen der hinteren Dissepimentlamelle.

Die Bildungsstätten der lymphoiden Zellen.

Diese Peritonealdrüsen scheinen bei den Cirratuliden keine derartige Localisirung erfahren zu haben, wie wir sie bei den Terebelloiden sahen.

Cosmovici macht eine Angabe, die sich vielleicht auf die hier gemeinten Organe beziehen könnte; er sagt: »L'appareil circulatoire est recouvert par une couche nucléaire« und behauptet, dass dieser Überzug mit der Erzeugung der Geschlechtsproducte nichts zu thun hätte; welche Gefäße er aber damit gemeint hat, ist weder aus Text noch Tafeln ersichtlich.

Bei *Chaetozone setosa*, *Cirratulus filigerus* und noch einigen anderen Arten fand ich, dass die Lymphkörperchen an sehr ver-

Digitized by Google

schiedenen Stellen des Peritoneums entstehen können. So sah ich drüsig differenzirte Partien desselben, deren Elemente den im Cölom vorhandenen freien Zellen außerordentlich ähnlich waren und häufig einen nur losen Zusammenhang zeigten, sowohl am peritonealen Überzuge bald dieser bald jener Muskeln, als an den Septen und den Wänden der Gefäße, unter welchen die Kiemenvenen und das Vas ventrale am meisten bevorzugt waren (Taf. 23 Fig. 4, 5; Taf. 26 Fig. 1—5, 25 [*P. dr*]).

Die pigmentirten Lymphdrüsen.

Auch bei den Cirratuliden haben diese Gebilde ihre Lage in den Rückenkiemen und stellen meist eine einfache, drüsige Zellschicht vor, die den peritonealen Wandungen der respiratorischen Gefäßschlingen und von diesen hauptsächlich denen der Arterien angehört; im frischen Zustande enthalten sie eine ziemlich reichliche braune Pigmenteinlagerung (Taf. 23 Fig. 4; Taf. 26 Fig. 1, 25 *P.dr.a*).

6. Morphologische Bemerkungen über das Nephridialsystem der Cirratuliden.

Ein Vergleich desselben mit dem entsprechenden Organsystem der Terebelloiden zeigt uns in mancher Hinsicht eine große Übereinstimmung der beiden Wurmgruppen, andererseits aber auch wieder recht bedeutende Unterschiede.

So sind in beiden Formenkreisen diejenigen Nephridien, welche durch eine angemessene Ausbildung ihrer Theile die Bedeutung der hauptsächlichsten Excretionsorgane haben und in vielen Fällen diese Function in gewissem Sinne für den ganzen Körper allein übernehmen, auf den vorderen Leibesabschnitt beschränkt und communiciren vermittels ihrer Wimpertrichter in der Regel nur mit solchen Abtheilungen des Cöloms, in welche keine Geschlechtsproducte gelangen. Typisch sind für die Terebelloiden drei Paar vordere Nierenorgane, für die Cirratuliden dagegen nur ein solches Paar, welches dem ersten jener Würmer entspricht; allein auch bei den ersteren finden wir häufig genug ein solches Verhalten. Hier und dort sind diese Organe meist durch eine starke Ausbildung ihrer Nephridialschläuche ausgezeichnet, die sich gewöhnlich durch eine Reihe von successiven Segmenten erstrecken; in beiden Fällen bleiben sie dabei nicht in den Nierenkammern, sondern ragen mit ihrem Schleifentheile in die Darmkammern hinein.

Digitized by Google

Bei den Cirratuliden folgt nun hinter dem mit dem einzigen Paar wirklicher Excretionsorgane ausgestatteten Körpertheile ein je nach den Arten verschieden großes Intervall zwischen den vorderen und hinteren Nephridien; auch dafür haben wir bei den Terebelloiden Anklänge.

In der Geschlechtsregion treten dann die Organe bei beiden Gruppen in anderer Form auf und sind hier als Genitalschläuche thätig; diese sind durch ihre größeren Wimpertrichter gekennzeichnet, während ihre schlauchförmigen Abschnitte dagegen beim typischen Verhalten sehr in den Hintergrund treten.

Gemeinsame Eigenschaften der Nephridien dieser und jener Thiere bestehen ferner darin, dass alle Trichter sich auf den Segmentgrenzen befinden und sich in den davor liegenden Zoniten öffnen, die Schläuche dem nächstfolgenden Körperringe angehören und in diesem ihre Ausmündung haben.

Von den Unterschieden zwischen dem Nephridialsystem der Terebelloiden und dem der Cirratuliden müssen vor Allem diejenigen hervorgehoben werden, welche der Umstand bedingt, dass bei den zuletzt genannten Würmern die Leibeshöhle des ganzen Körpers durch vollständige transversale Septen in segmentale Hohlräume eingetheilt ist.

In Folge dessen erscheinen zunächst bei diesen sämmtliche Wimpertrichter als histologisch differenzirte, parietale Aussackungen des vorderen Peritonealblattes echter Dissepimente nach hinten in den Bereich des darauf folgenden Zonits — Beziehungen, die wir nur auf Umwegen für die Vorfahren der Terebelloiden ableiten konnten.

Sodann fehlen hier an den Nephrostomen die typischen Oberlippen der letzteren, wodurch sie sehr viel Ähnlichkeit mit dem ersten Trichterpaar von *Melinna palmata* erhalten; auch ihre Beziehungen zu den Kiemenvenen und in der hinteren Körperregion zu den distalen Ringgefäßen sind ganz ähnliche wie bei dieser Ampharetidenspecies: die besagten Gefäße verlaufen einwärts von den Trichteröffnungen und liegen den Dissepimenten an deren Vorderseite dicht an. Indem zugleich auch die Rückenkiemen gewöhnlich eine intersegmentale Stellung am Körper einnehmen, so kann das für die Cirratuliden charakteristische Verhalten ihrer Wimpertrichter bis zu einem gewissen Grade als eine Bestätigung der in der vorigen Studie dargestellten Ansicht über den Ursprung und den Zusammenhang des

Digitized by Google

Zustandekommens der complicirten, präseptal gelegenen Nephrostomen mit der Lageveränderung der Kiemen und respiratorischen oder auch einfachen, distalen Ringgefäße bei den Terebelloiden betrachtet werden. Hier bei den Cirratuliden sind die Kiemen sammt ihren Gefäßen in ihrer ursprünglichen Lage auf den Segmentgrenzen geblieben, woher auch kein morphologischer Grund zur Bildung besonderer Oberlippen und zu einem Vorrücken der Nephridialtrichter in die nächstvorhergehenden Zonite hinein wie bei jenen vorhanden gewesen sein mag. Gegen diese Erklärung scheint nun die Anheftung der Kiemenfäden am Körper bei *C. filigerus* zu sprechen, wo dieselben nicht auf den Grenzen zwischen je zwei auf einander folgenden Zoniten stehen, sondern der Parapodialebene genähert sind. Hier möchte ich nun »die Unbestimmtheit ihrer Stellung«, welche auch schon GRUBE (1838 p. 33) aufgefallen ist, in Rechnung bringen und behaupten, dass wir in dieser Form einen Fall hätten, wo das Vorrücken der Kiemen gegen die Mitte ihres Segments so zu sagen erst im Gange sei, woher dieser Process auf den Verlauf der betreffenden Gefäße, die auch hier den Dissepimenten vorn fest anliegen, noch keinen so umgestaltenden Einfluss ausgeübt haben möchte; dabei ist auch noch der Umstand zu berücksichtigen, dass die Länge der einzelnen Segmente bei diesen Würmern relativ sehr viel geringer ist, als bei den Terebelloiden, und es schon daher bei ihnen zu keiner so großen Spannung der Gefäße wie bei den letzteren kommen könnte, selbst wenn die Kiemen bis in die Mitte der Zonite vorschritten.

Den Genitaltrichtern fehlen nun ferner auch noch die Unterlippen, wie wir bei *Chaetozone setosa* sahen; in Folge dessen erscheinen diese Nephrostomen in einer sehr einfachen und ich möchte sagen zugleich annähernd ursprünglichen Form.

Ein weiterer Unterschied in den Beziehungen des Nephridialsystems zu den peritonealen Gebilden würde bei den Cirratuliden sich dadurch documentiren, dass die langen, vorderen Nierenschläuche nicht frei in den Darmkammern derjenigen Segmente liegen, die sie passiren, sondern einerseits durch die Dissepimente in ihrer Lage fixirt und andererseits am neuralen Darmmesenterium vermittels besonderer, septenartiger Ligamente festgehalten werden. Für die Erklärung dieses Verhaltens lassen sich die aus der ontogenetischen Entwicklung der Terebellennephridien gewonnenen Thatsachen verwerthen. Bei *Polymnia*

Digitized by Google

entstehen die Nephridialschläuche als kurze Röhren, welche zuerst dicht über der neuralen Längsmusculatur zwischen dem Peritoneum und dem Integument in gerader Richtung nach hinten verlaufen und sich erst später in Folge ihres Längenwachsthums als nach innen vorspringende Schleifen von der Leibeswand abheben, wobei sie die Peritonealmembran als Hülle mit sich ziehen. Ihre Wachsthumszone haben die jungen Schläuche am vorderen Ende, d. h. in der Nähe der vorderen Grenze der betreffenden Segmente. Dasselbe wird wahrscheinlich auch bei den Cirratuliden stattfinden. Stellen wir uns nun vor, dass die Anfangs gestreckten Nephridialschläuche dicht hinter der zweiten Segmentgrenze, wo sich ihre vorderen Enden befinden, schleifenförmig in die Leibeshöhle hineinwachsen, so werden sie zunächst im parietalen Peritoneum einen Widerstand finden; am geringsten wird dieser dort sein, wo sich die vordere und hintere Wand der peritonealen Auskleidung zweier benachbarten Zonite an einander lehnen, daher drängen sie sich zwischen diese hinein und gerathen so zwischen die beiden Lamellen des zweiten Dissepiments. Bei ihrem weiteren Vordringen nach innen begegnen sich die Schleifen der beiden Seiten unter dem Darm in der Mittellinie des Körpers und sind dadurch gezwungen, ihre Richtung zu ändern. Auch hier wird ihnen der einzuschlagende Weg vom Peritoneum vorgeschrieben, aber diesmal sind es die medianen Partien desselben, welche aus einander weichend ihnen Platz machen müssen; so dringen die hinteren Enden der Schleifen neben einander zwischen das rechte und linke Blatt des neuralen Darmmesenteriums ein. Von diesem beziehen sie dann nachher ihre peritoneale Hülle so wie die Ligamente, indem sie sich nach beiden Seiten in die bezüglichen Hälften der paarigen, successiven Segmenthöhlen vorwölben. Auf solche Weise behalten die vorderen Nierenschläuche, die ursprünglich dem 3. Zonite allein angehörend von hier aus nach hinten durch eine Reihe von Segmenten auswachsen, ihrer ganzen Ausdehnung nach eine retroperitoneale Lage.

Die hinteren Nephridien sind bei den Terebelloiden meist in nur sehr geringer Anzahl vorhanden, während die Cirratuliden deren sehr viele haben, indem diese Organe hier in allen Genitalzoniten zu je einem Paare vorkommen. In der erstgenannten Wurmgruppe wurden die meisten hinteren Nephridien entbehrlich, da sie von einer kleinen Zahl übrig bleibender, als Genitalschläuche fungirender Paare vertreten werden konnten, denn die Hohlräume der

Digitized by Google

ganzen Geschlechtsregion stehen unter einander in offener Communication. Bei den Cirratuliden dagegen ist das Cölom durch die Dissepimente in vollkommen abgeschlossene, segmentale Kammern eingetheilt, von denen alle mit Genitaldrüsen ausgestatteten ihre Nephridien als Ausführungswege für die in ihnen erzeugten Eier oder Spermatozoiden beibehalten mussten.

Da nun weiter die excretorische Thätigkeit sich in beiden Gruppen hauptsächlich auf die vorderen Organe localisirte, so konnten sich die hinteren um so mehr der ihnen durch ihre Lage gebotenen Function widmen; am vollständigsten haben sie dieses bei den Cirratuliden erreicht, indem ihre excretorischen Abschnitte in der Entwicklung ganz zurückgeblieben sind, so dass die kurzen Genitalschläuche nun auch histologisch als directe Fortsetzungen der Nephrostomen und somit gewissermaßen als einfache Trichtercanäle erscheinen.

Hervorzuheben wäre noch, dass sich auch die vorderen Nierenschläuche zu ihren Wimpertrichtern in histologischer Hinsicht anders verhalten als bei den Terebelloiden; hier lässt sich nicht wie dort eine scharfe Abgrenzung der Epithelien dieser Abschnitte constatiren, sondern sie gehen ganz allmählich in einander über. Diese Thatsachen muss ich vorläufig als einen möglichen Einwand gegen die in der vorigen Studie aufgestellte Ansicht, dass die Trichter und Nephridialschläuche verschiedenen morphologischen Werthes seien, anerkennen; allein die Tragweite dieser Beziehungen ist einstweilen nicht zu ermessen. Es wären immerhin noch folgende Möglichkeiten denkbar: 1) dass die aus dem vorausgesetzten retroperitonealen Gewebe hervorgehenden Nephridialschläuche, für welche ein echtes Excretionsepithel charakteristisch ist, bei den hinteren Organen der Cirratuliden ganz unterdrückt wären, und 2) dass die Continuität zwischen dem Trichter- und Nierenschlauchepithel, welche wir bei dem vorderen Nephridienpaare sehen, nur eine scheinbare sei, indem die morphologisch eigentlich verschiedenen Gewebsarten in der Berührungszone bis zur Verwischung der Grenze ähnlich werden, wofür man den Umstand anführen könnte, dass im distalen Theile die innere Epithelschicht des Außenschenkels dieser Organe in ihrem Habitus sich der Hypodermis annähert. Wie weit eine derartige Vermuthung gerechtfertigt, oder ob die Nephridialschläuche wirklich durch ein weiteres Auswachsen der ursprünglichen, peritonealen Trichteraussackung und nachträgliche Differenzirung entstehen, wird die ontogenetische Entwicklung

Digitized by Google

zu entscheiden haben, die uns bei den Cirratuliden bis jetzt nicht bekannt ist.

Ein beachtenswerther Unterschied zwischen den hier verglichenen Formenkreisen ist schließlich in Bezug auf die Lage der Nephridialporen in ihren Segmenten zu verzeichnen. Dieselben befinden sich bei den Terebelloiden stets in der hinteren Zonithälfte und dabei in nächster Nähe der hämalen Borstenhöcker, bei den Cirratuliden dagegen immer im vorderen Theile des betreffenden Segmentes und hier auf der Bauchseite, vor und unterhalb der neuralen Parapodien. Auch kommt es in dieser Wurmgruppe, wie es scheint, nie zur Ausbildung von Porophoren und Ausmündungscanälen, was wieder auf ein ursprünglicheres Verhalten hindeuten würde.

III.

Das Nephridialsystem der Serpulaceen und Hermellen.

In Bezug auf die Anordnung und functionelle Differenzirung ihrer Nephridien schließen sich die bezeichneten Wurmfamilien an die bei den Cirratuliden vorkommenden Verhältnisse an. Wie die letzteren haben auch sie nur Ein Paar rein excretorische Organe, die sich im vordersten Theile des Körpers befinden und meistens sehr umfangreiche, drüsige Schläuche vorstellen, welche häufig eine lange, durch eine Reihe von vorderen Segmenten sich erstreckende, zweischenkelige Schleife bilden; auf dasjenige Segment, welchem dieses einzige vordere Nephridienpaar angehört, folgt eine bei den einzelnen Formen variirende Zahl von Zoniten, die keine eigenen Nephridien besitzen, und im Abdomen schließlich, wo sich die Geschlechtsproducte bilden, sind diese Organe wieder zu je einem Paare in jedem Segment vorhanden und übernehmen unter angemessenem Bau die Ausfuhr von Eiern oder Sperma. Alle Nephridien, sowohl die vorderen als die hinteren, sind mit wohlentwickelten Wimpertrichtern versehen, welche wie bei den Cirratuliden den betreffenden Dissepimenten angehören und sich jedes Mal in das nächst vorangehende Segment hinein öffnen.

Ein sehr bemerkenswerther Unterschied zwischen den Nephridialsystemen der beiden hier mit einander verglichenen Formenkreise besteht nun darin, dass sowohl bei den Serpulaceen als bei den

Digitized by Google

Hermellen die distalen Enden des thoracalen Nephridienpaares sich auf dem Rücken median vereinigen und durch einen unpaaren, nach vorn gerichteten Ausführungsgang in der Nähe des vorderen Körperendes nach außen münden, während die beiden vorderen Nephridien der Cirratuliden jedes seine besondere, äußere Öffnung auf der betreffenden Seite und zwar in der Nähe der Bauchfläche des Körpers hat.

Vor Allem waren es diese Thoracalnieren, welche durch ihre Größe, eigenthümliche Form und Färbung die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen haben und zu verschiedenen Zeiten in der verschiedensten Weise gedeutet worden sind.

Bei den älteren Autoren wie EHRENBERG[1] und GRUBE galten diese Organe für männliche Geschlechtsdrüsen.

GRUBE (1838 p. 31, Taf. 2 Fig. 12 *y*) war der Erste, welcher uns eine den Habitus der thoracalen Nephridien im Allgemeinen sehr gut charakterisirende Beschreibung und Abbildung lieferte; seine Darstellung bezieht sich auf *Sabella unispira* (= *Spirographis Spallanzanii* Viv.) und lautet wie folgt: »Man bemerkt zu beiden Seiten des Schlundes zwei große, durch die Dissepimente mit umfasste und eingeschnürte Säcke, welche im achten Körperringe, da wo die Borstenreihen ihre Lage wechseln, blind aufhören, und vorn durch einen sehr engen Canal zu münden scheinen.« Sehr zutreffend bemerkt GRUBE, dass diese Gebilde »den an *Arenicola* und *Terebella* nachgewiesenen Blasen entsprechen«.

Eine ähnliche Abbildung derselben Organe vom nämlichen Thiere finden wir bei MILNE-EDWARDS (1838, Taf. 11 Fig. 2 *f*).

Die von EHRENBERG als Hoden angeführten Thoracalnephridien wurden bei *Amphicora Sabella* auch von OSCAR SCHMIDT[2], bei *A. mediterranea* von LEYDIG (1851 p. 330) und sodann auch von LEUCKART (1854 p. 316) gesehen und beschrieben. In der Meinung, dass das kiementragende Ende das hintere sei, glaubte O. SCHMIDT aber, dass diese Drüsen in den Enddarm mündeten. LEYDIG bezeichnete sie als ein paariges, aus einem gewundenen, innen flimmernden Schlauch bestehendes Organ, welches seitlich vom Gehirn im ersten Leibessegment liegend wahrscheinlich zum Respirationssystem gehöre, und LEUCKART ergänzte die Angaben seines Vorgängers, indem er hinzu-

---

[1] EHRENBERG 1836 p. 4 »Testiculi duo antici« bei *Amphicora Sabella*.

[2] SCHMIDT (1848 p. 27), nach einer Notiz von CLAPARÈDE (1864 p. 41). Das Original stand mir nicht zu Gebote.

Digitized by Google

fügt, dass dieser Apparat »aus zwei queren Canälen, die in der Mitte des Körpers auf einander stoßen und sodann nach vorn verlaufen«, bestehe und »an der Grenze des ersten und zweiten Segmentes durch eine sehr deutliche aber contractile Querspalte nach außen« führe.

Einen mit Wimpercilien ausgekleideten, unpaaren Canal fand HUXLEY[1] im Vorderkörper von *Protula* (= *Salmacina*) *Dysteri*, bezeichnet jedoch dessen Lage als ventral.

QUATREFAGES (1865 Tome 1 p. 49) hielt das vordere Nephridienpaar der Serpuliden für nach vorn gerichtete blindsackförmige Leberanhänge des Mitteldarms.

Die bedeutendsten Beiträge zur Kenntnis der thoracalen Nierenorgane der Serpulaceen haben wir unstreitig den Forschungen CLAPARÈDE's[2] zu verdanken. Auf Grund seiner Beobachtungen, welche er an einer ganzen Reihe von hierher gehörigen Formen gemacht hatte, kommt er zu dem Resultat, dass diese drüsigen Gebilde nichts Anderes sind als ein Paar allerdings modificirter »Segmentalorgane«, welche nicht als Ausführungswege der Geschlechtsproducte dienten, sondern eine neue Function, nämlich die Bereitung des zum Röhrenbau nöthigen Secretes, übernommen hätten[3]. Aus seinen Angaben über den anatomischen Bau dieser Organe geht hervor, dass sie größtentheils schleifenförmige, oft mächtige und gefäßreiche Schläuche vorstellen, deren innere Schenkel dünner und heller, die äußeren dagegen dicker, dunkler und von faltiger, gelegentlich sehr unregelmäßiger Oberfläche sind; ihre Färbung rührt von orange oder braunen bis schwarzen Pigmentkörnchen her, welche in den Epithelzellen ihrer Wandungen enthalten seien. Auch das Vorhandensein von Wimpertrichtern, vermittels deren die Innenschenkel dieses Nephridienpaares in die Leibeshöhle münden, wird von CLAPARÈDE erwähnt[4]. In Bezug auf ihre äußere Mündung sollen sich nun die »tubiparen

[1] HUXLEY (1855), nach den kurzen Referaten von CLAPARÈDE (1863 p. 33), LEUCKART (Bericht), HUXLEY (Handbuch) und HASWELL (1885 p. 657).

[2] CLAPARÈDE (1863 p. 33) *Protula* (= *Salmacina*) *Dysteri*, (1864 p. 34, Taf. 3 Fig. 1 *a*) *Amphiglene* (*Armandi* =) *mediterranea*, (1868 p. 431) *Dialychone acustica*, (ibid. p. 437, Taf. 30 Fig. 5) *Salmacina incrustans*, (ibid. p. 440) *Serpula aspera*, (1870 p. 148 und 1873 p. 133—134, Taf. 6 Fig. 2—6) *Myxicola infundibulum*, (1870 p. 156, Taf. 13 Fig. 1 *b*) *Salmacina aedificatrix*, (ibid. p. 159) *Spirorbis laevis*, (1873 p. 133, Taf. 1 Fig. 8—10; Taf. 2 Fig. 2) *Spirographis Spallanzanii* und wahrscheinlich noch andere, die nicht besonders genannt werden.

[3] CLAPARÈDE (1873 p. 132) und mehrfach auch früher.

[4] Besondere Erwähnung finden diese Nephridialtrichter bei CLAPARÈDE mit Bezug auf *Salmacina incrustans* (1868 p. 437) und *Spirographis Spallanzanii* (1873 p. 133).

Digitized by Google

Drüsen« der Sabelliden anders verhalten als diejenigen der Serpuliden i. e. S. und der Eriographiden; während sich nämlich die distalen Enden der äußeren Schlauchschenkel bei den letzteren in der Mittellinie des Rückens zu einem unpaaren Ausführungscanal vereinigen, der nach vorn laufend an der Basis der Kopfkiemen dorsal nach außen mündet, sollen sie bei den ersteren die ursprüngliche Form typischer Segmentalorgane beibehalten und unabhängig von einander an der Wurzel des ersten Borstenbündels jederseits ihren besonderen Porus haben (Claparède 1870 p. 135—136; 1873 p. 133).

Die thoracalen Nephridien von *Sabella arenilega* und *Myxicola modesta* behandelt Cosmovici (1879—80 p. 329—330, Taf. 17 Fig. 2 *c*), welcher mit Recht die von Claparède diesen Organen zugeschriebene Bedeutung bekämpft und sie für Excretionsorgane erklärt; in der Erkenntnis ihres anatomischen Baues ist er jedoch hinter dem genannten Autor sehr bedeutend zurückgeblieben, da für ihn die besagten Nephridien nichts mehr als einfache, hinten keulenförmig endende Blindsäcke sind. Die von Claparède angegebenen Trichter scheint er an diesem Ende gesucht zu haben, wo er sie natürlich nicht fand. Seiner Ansicht nach sollen ferner nicht nur die Thoracalnieren von *Sabella*, sondern auch von *Myxicola* auf jeder Seite des Kopfes, an der Basis der Kiemen ihre besondere äußere Mündung haben.

Alle späteren Forscher, welche auf die in Rede stehenden Organe zu sprechen kommen, schließen sich der Claparède'schen Auffassung derselben als tubipare Drüsen an.

So beschreibt Bourne (1883 p. 171, Taf. 9 Fig. 2 *gl*) bei *Haplobranchus aestuarinus* im zweiten Segment ein Paar »modified Nephridia« als »tubiporous glands«, welche jederseits an der Fußstummelbasis ihre Öffnung hätten.

Langerhans (1884 p. 267, 271, Taf. 16 Fig. 35 *b*) führt an, dass »die Kopfdrüsen« bei *Sabella* (*Potomilla*) *stichophthalmus* Gr. und *Euchone rosea* »gemeinsam dorsal münden«.

Schließlich liefert noch Haswell (1885 p. 657—660, Taf. 31 Fig. 1, 3. Taf. 34 Fig. 7—9) einige Beiträge zur Anatomie der »tubiparous glands«. Er beschreibt die Thoracalnieren von *Sabella velata*, *Eupomatus*, *Serpula*, *Vermilia*, *Pomatoceros* und findet, dass bei allen das besagte Organpaar durch einen gemeinsamen medianen Ausführungscanal nach außen münde, verlegt aber diesen letzten in unbegreiflicher Weise, vielleicht verleitet durch die längst veraltete

Digitized by Google

Angabe HUXLEY's, auf die Bauchseite der Thiere. Die Trichter hat er nicht auffinden können. Er macht darauf aufmerksam, dass die Nephridialschläuche nicht überall von gleicher Gestalt seien: während sie nämlich bei *Eupomatus*, *Serpula* und *Pomatoceros* einfach je einen ovalen mehr oder weniger gestreckten Sack vorstellen sollen, beständen diese Drüsen bei *Vermilia* und *Sabella* jederseits aus zwei längeren Schläuchen; dass diese beiden aber hinten schleifenförmig in einander übergehen, scheint HASWELL nicht bemerkt zu haben. Ganz unwahrscheinlich kommt mir nun die Angabe vor, dass *Sabella* im hinteren Thoraxabschnitt noch ein zweites Paar großer Nephridien habe; dieses letztere wird meiner Ansicht nach nichts weiter als der hintere Theil des einzigen vorderen Nephridienpaares sein. In histologischer Hinsicht bestehe der drüsige Abschnitt der vorderen Nephridien aus einem hohen mit langen geißelartigen Cilien besetzten Cylinderepithel, dessen körnige Zellen sich in das Lumen vorwölben, eine Menge pigmentirter Concretionen und gewöhnlich am distalen Ende gelegene große runde Kerne enthalten; nur bei *Pomatoceros* seien diese bedeutend kleiner und nehmen in den Zellen eine mehr centripetale Lage ein. Von außen würden die Drüsenschläuche von einer faserigen, theils bindegewebigen, theils musculösen und meist gefäßreichen Hülle umgeben. Der unpaare Ausführungscanal soll bei *Sabella* und *Vermilia* von einem körnigen, flachen Flimmerepithel ausgekleidet, bei den übrigen aber innen nicht bewimpert sein und bei *Pomatoceros* dieses Epithel braune Körnchen enthalten.

Viel später als das vordere, thoracale Nierenpaar wurden die hinteren abdominalen Nephridien bei den Serpulaceen aufgefunden. Die älteren Forscher vermutheten, dass die Geschlechtsproducte, deren Vorhandensein in diesem Körperabschnitt sie beobachteten, durch besondere, wahrscheinlich seitliche, paarige Genitalporen ins Freie gelangten (GRUBE 1883 p. 31).

Erst WILLIAMS (1857 p. 123—124, 136, Taf. 7 Fig. 13) behauptete, dass bei Sabelliden und Serpuliden im Abdomen in allen Zoniten je ein Paar »segmental organs« vorhanden seien, die zur Ausfuhr der Geschlechtsproducte dienten; auch hier stellte er diese Organe als zweischenkelige, mit zwei äußeren und einer inneren Mündung versehene, innen flimmernde Schläuche dar.

Seine Angabe gerieth jedoch in Vergessenheit und die alte Auffassung wurde wieder aufgenommen[1].

[1] SCHENK (1874), nach einem Referat von LEUCKART; STOSSICH (1878).

Digitized by Google

Selbst CLAPARÈDE, welcher für *Psygmobranchus coecus* die Existenz von paarigen Nephridien in allen Abdominalsegmenten angegeben hatte (1870 p. 154), sagt später, dass die tubiparen Drüsen des Thorax die einzigen Segmentalorgane dieser Würmer seien, am Abdomen aber seitliche Geschlechtsöffnungen sich befinden müssten (1873 p. 134—135). Auch hatte er früher bei *Fabricia Armandi* im siebenten Segment, wo sich, wie im nächstvorhergehenden, die Eier bilden sollen, ein Paar auf der Bauchseite gelegene Organe »formés d'un tube empelotonné irrégulièrement sur lui même« verzeichnet, welche er als Analoga der sonst vorn befindlichen hier aber fehlenden Thoracaldrüsen betrachtete. Ob sie mit der Ausfuhr der Eier zu thun hätten, was ich für sehr wahrscheinlich halte, konnte CLAPARÈDE nicht angeben (1864 p. 41).

Wieder aufgefunden wurden die hinteren Nephridien der Serpulaceen von COSMOVICI (1879—80 p. 330—331, Taf. 27 Fig. 30), der ihren Bau und ihre functionelle Bedeutung als Leitungswege für Eier und Sperma richtig verstanden hat, wenngleich die anatomische Beschreibung derselben in ihren Einzelheiten nicht ganz correct ist. Bei *Sabella arenilega* kommen diese »organes segmentaires« seiner Darstellung nach paarweise in jedem Abdominalsegment vor, sind hier an der Rückseite der Dissepimente angeheftet und bestehen aus einem zweilippigen Wimpertrichter, der sich in ein langes, ventral und seitlich nach außen mündendes Rohr fortsetzt. Der Trichter, welcher ziemlich nahe am Darm sich in die Leibeshöhle öffnet, hat zwei Lippen, wovon die obere der hämalen, die untere der neuralen Längsmusculatur anliegt; von dem Contractionszustand dieser Muskeln soll das Schließen und Öffnen der inneren Mündung abhängig sein. Eben solche Organe werden auch für *Myxicola modesta* von ihm angeführt.

Ferner erwähnt BOURNE (1883 p. 171, 172, Taf. 9 Fig. 2, 4 *neph*) in den hintersten Segmenten von *Haplobranchus aestuarinus* paarige Körper, die er für Nephridien zu halten geneigt ist, nimmt aber an, dass die Geschlechtsproducte durch ein Zerreißen der Haut aus dem Körper hinaus gelangen.

Auch HASWELL (1885 p. 656—657, Taf. 34 Fig. 6) behandelt die abdominalen »segmental organs« der Serpulaceen. Er stellt sie als birnförmige, innen flimmernde Säckchen mit dünnen, farblosen Wandungen dar, deren innere Mündung er zwar nicht gesehen hat, aber doch als vorhanden voraussetzt. Bei *Eupomatus elegans* sollen die Geschlechtsproducte erst in diesen Organen reif werden.

Digitized by Google

Über das Nephridialsystem der Hermellen finden wir nur bei COSMOVICI (1879—80 p. 341—342, Taf. 27 Fig. 5) einige unvollständige Angaben. Die Nierenorgane des Vorderkörpers hat er nicht entdecken können, spricht aber die Vermuthung aus, dass sich hier ähnliche »corps de Bojanus« vorfinden möchten, wie bei den Serpulaceen. Die Ansicht von QUATREFAGES (1848 p. 29), dass die Geschlechtsproducte durch Genitalporen, welche auf der Rückseite in der Nähe der Kiemenwurzeln liegen, entleert würden, widerlegt er und giebt für diese Thiere abdominale Nephridien an, die seiner Darstellung nach den bei *Sabella* beschriebenen sehr ähnlich seien. Die betreffenden Ausmündungsporen sollen an der Hinterseite der hämalen Parapodien, also der Hakenflösschen sich befinden; den Austritt der Geschlechtsproducte aus ihnen hat COSMOVICI beobachtet.

1. Die thoracalen Excretionsorgane.

Wenngleich gegen die MALMGREN'sche Auffassung der Sabelliden, Eriographididen und Serpuliden als besondere Familien sich der Umstand geltend machen lässt, dass die Unterschiede dieser Gruppen im Vergleich zur großen Übereinstimmung im allgemeinen Organisationsplane zu einer derartigen Trennung derselben einen zu geringfügigen Grund abgeben, so scheinen sie mir doch ausreichend zu sein, um die Aufstellung eben so vieler Unterabtheilungen in der Familie der Serpulaceen zu rechtfertigen. Dieses empfand auch CLAPARÈDE, indem er die hierher gehörigen Formen in drei den genannten MALMGREN'schen Familien entsprechende Triben vertheilte. Hierzu bestimmte ihn allerdings hauptsächlich die Ansicht, dass bei den Sabellen die beiden Thoracaldrüsen keinen gemeinsamen, sondern getrennte Ausmündungscanäle hätten, was sich nur als ein Irrthum erwiesen hat. Dennoch bleiben trotz des Ausfallens dieses einen Argumentes noch genug andere, wichtige Unterscheidungsmerkmale übrig, die für eine Eintheilung der Serpulaceen im Sinne CLAPARÈDE's sprechen.

MALMGREN rechnete die Amphicoren zu den Sabelliden. Da jedoch bei ihnen ein unpaarer, gemeinsamer Ausführungsgang für das thoracale Nephridienpaar bekannt war, so sah sich CLAPARÈDE in Folge seiner Auffassung der Sabellen genöthigt, sie von diesen zu entfernen, und stellte sie zu den Eriographiden. Allein auch von diesen werden sie vielleicht zu trennen und als eine besondere, vierte Tribus zu behandeln sein.

Digitized by Google

Wie in so mancher anderen Hinsicht, wovon später die Rede sein soll, so beurkunden die Vertreter der vier angedeuteten Gruppen der **Serpulaceen** auch in Bezug auf Form, Größe und Lageverhältnisse der Thoracalnieren gewisse Verschiedenheiten, welche für eine jede derselben charakteristisch zu sein scheinen. Als Beispiel für die

Serpuliden im engeren Sinne

wähle ich *Psygmobranchus protensus.*

Die beiden Wimpertrichter des vorderen Nephridienpaares gehören bei dieser Form, wie überhaupt bei allen Serpulaceen, dem ersten Dissepiment an und öffnen sich somit in das Kopfmundsegment; zwei ziemlich lange Trichtercanäle führen am hinteren Ende des zweiten Segments in ein Paar rothbraun pigmentirte, vielfach gewundene und streckenweise stark erweiterte Nephridialschläuche, welche die seitlichen Theile des besagten Zonites fast ganz ausfüllend sich an der vorderen Grenze desselben auf dem Rücken vereinigen und durch einen gemeinsamen, medianen Ausführungsgang auf einer über und sogar vor dem Gehirn gelegenen Papille nach außen münden (Taf. 23 Fig. 11, Taf. 24 Fig. 1, 2).

Die Trichter (Taf. 23 Fig. 11; Taf. 24 Fig. 1, 2 Tr^{I}) der Thoracalnieren sind ähnlich gebaut, wie diejenigen des vorderen Nephridienpaares von *Chaetozone*; sie bilden auch eine Aussackung der vorderen Dissepimentmembran nach hinten und ihre flimmernden Wandungen setzen sich hämal und lateral eine ziemliche Strecke weit nach vorn in das nächst vorhergehende Segment, in diesem Falle das erste oder Kopfmundsegment, hinein fort. Da dieses letztere sehr kurz ist, so reichen die betreffenden Partien der Nephrostomen bis dicht an das Gehirn (Taf. 26 Fig. 8, 9 Tr^{I}) und lehnen sich nach oben an die hämale Längsmusculatur an, längs welcher sie sich ziemlich weit gegen die Medianebene hin erstrecken (Taf. 26 Fig. 8, 12, 27 Tr^{I}): seitlich dagegen sind die Trichter von der Körperwand entfernt, da sich hier die Parapodialhöhlen und gewisse Theile der Nephridialschläuche vom 2. Segment aus vor- und dazwischen schieben. In dieser Gegend werden die parietalen Trichterwände von einem Gewirr von Muskelfasern gestützt, die von der Ringmusculatur des Körpers herrühren und theilweise wahrscheinlich auch dem ersten Dissepimente angehören (Taf. 26 Fig. 9, 12, 27). Neural grenzen die Wimpertrichter an die beiderseitigen Hälften des Bauchmarks, welche hier sehr stark aus einander weichen, und zeigen medianwärts eine niedrige Falte, die sich als Unterlippe deuten ließe (Taf. 26

Digitized by Google

Fig. 12, 27). Die Trichter gehören wie gesagt dem ersten Dissepiment an; vor den beiden Trichteröffnungen passiren im Hohlraume des 1. Segments in longitudinaler Richtung die Schlundringgefäße (*V.c.o*) und transversal das sich von den letzteren nach außen abzweigende erste Paar Kiemenvenen (*Ki.*^{1}*v*).

Vom ersten Septum aus setzen sich die Nephrostomen nach hinten in Gestalt ziemlich langer Trichtercanäle (Taf. 23 Fig. 11; Taf. 24 Fig. 1, 2 *Tr.*^{1}*C*) fort. Diese ziehen in annähernd horizontaler Richtung dicht über den Bauchsträngen etwas nach außen von ihnen bis an das Ende des 2. Zonites hin, wo sich ihnen nach innen die excretorischen Abschnitte der Organe anschließen (Taf. 26 Fig. 13 *Tr.*^{1}*C*).

Die Nephridialschläuche sind in ihrer Ausdehnung bei *Psygmobranchus* fast ausschließlich auf das 2. Segment beschränkt, nur ihre distalen Enden gelangen auf der Rückseite des Thieres vor ihrer medianen Vereinigung in den Bereich des Kopfmundsegments. Im Allgemeinen in den lateralen Theilen der betreffenden Zonithöhle bleibend machen sie jederseits ziemlich constante Windungen, welche bei jüngeren Individuen sehr gut zu erkennen sind (Taf. 23 Fig. 11; Taf. 24 Fig. 1, 2 *N.*^{1}*S*). Am hinteren Ende der Trichtercanäle beginnend bilden sie zunächst je eine verticale, dem zweiten Dissepiment vorn anliegende Schleife, welche oben an die Rückenwand anstößt und nach außen in der Parapodialhöhle der betreffenden Seite bis zur neuralen Körperwand herabsteigt; von hier aus wenden sich die Schläuche horizontal nach vorn, gehen unterhalb der beiden ersten Borstensäcke hindurch und steigen vor denselben in S-förmiger Krümmung längs der hinteren Oberfläche des ersten Dissepimentes gegen den Rücken auf, wo sie unter der Haut in einem nach vorn gerichteten, spitzen Winkel median zusammentreten. Bei *Psygmobranchus* ist somit der Verlauf der beiden Nephridialschläuche viel complicirter als gewöhnlich und es lassen sich an ihnen keine mit den Innen- und Außenschenkeln der bisher betrachteten Formen von Nephridien vergleichbaren Abschnitte unterscheiden. Das Lumen der Excretionsschläuche erweitert sich gleich am Anfang sehr bedeutend und wird nur gegen die distalen Enden derselben allmählich wieder enger.

Bei vollkommen ausgewachsenen Thieren treten die beschriebenen Windungen der Nierencanäle nicht so deutlich hervor. Indem sich die excretorische Oberfläche sehr stark vergrößert, erhalten die

Digitized by Google

Schläuche, die sich nun sowohl gegenseitig als an verschiedene andere innere Organe des Körpers anpressen, ein faltiges, unregelmäßiges Aussehen; sie bilden dann auf jeder Seite in toto scheinbar eine einheitliche, braune, drüsige Masse, welche innen von verschieden geformten Hohlräumen durchsetzt ist und die seitlichen Partien der Zonithöhle fast ganz ausfüllt. Nur um den Ösophagus herum bleibt ein medianer Raum frei, von welchem sie durch dorso-ventrale Muskelbänder (*d.v.m*) zurückgehalten werden (Taf. 26 Fig. 9 *N.*[1]*S*; die übrigen Schnittbilder Fig. 7, 8, 12—14, 27 sind Präparaten von jüngeren Exemplaren entnommen).

Der unpaare Ausführungsgang (Taf. 23 Fig. 11; Taf. 24 Fig. 1, 2 *N.*[1]*A.G*) stellt einen geraden, sich nach vorn verjüngenden Canal vor, welcher dicht unter der Haut des Rückens zwischen den hämalen Muskelfeldern der rechten und linken Seite über die Mitte des Gehirns hinweg geht (Taf. 26 Fig. 11 *N.*[1]*A.G*) und auf dem Gipfel einer niedrigen Papille mündet (Taf. 23 Fig. 11; Taf. 26 Fig. 7, 10 *N.*[1]*P*). Diese letztere befindet sich an der vorderen Kante einer über das Gehirn hinaus nach vorn vorspringenden Integumentfalte, welche die beiden ungetheilten Wurzeln der Kopfkiemen der Quere nach hämal mit einander verbindet (Taf. 24 Fig. 2; Taf. 22 Fig. 9 *N.*[1]*P*). Äußerlich entspricht dem Verlaufe des Ausführungsganges eine mediane Längsfurche auf der dorsalen Oberfläche des Körpers; diese wird begrenzt von einem Paar nach beiden Seiten hin sanft aufsteigenden hügelartigen Erhebungen, welche die beiden Kiementräger oben und zum Theil auch seitlich umfassen und so eine Art Stütze derselben bilden (Taf. 22 Fig. 9; Taf. 23 Fig. 11; Taf. 24 Fig. 1 *h.P*).

So weit aus den vorliegenden litterarischen Angaben ersichtlich ist, hat auch das vordere Nephridienpaar der meisten übrigen, mit einer Thoracalmembran versehenen oder eigentlichen Serpuliden einen ganz ähnlichen Charakter. Aus der Beschreibung, welche Claparède von den Thoracalnieren der *Protula intestinum* gegeben hat, geht hervor, dass diese Organe ihrem Habitus nach dem betreffenden Excretionsapparat des erwachsenen *Psygmobranchus* sehr nahe kommen, was ich auf Grund eigener Beobachtungen an dieser Art bestätigen kann. Die von Haswell bei *Eupomatus*, *Serpula* und *Pomatoceros* beschriebenen ovalen Drüsensäcke werden sich bei genauerer Betrachtung gewiss auch als ein Paar gewundener Schläuche herausstellen, die nur durch festes Zusammenhaften ihrer einzelnen Schlingen als solche compacte Gebilde erscheinen. Bei *Salmacina*,

Digitized by Google

wo ich die Thoracalnieren aus eigener Anschauung kenne, zeigen die Nephridialschläuche fast genau dieselben Windungen, wie sie im Obigen dargestellt worden sind, und erinnern im Allgemeinen sehr an die Nephridien der jugendlichen *Psygmobranchus*-Individuen. Bei allen hier angeführten Formen nehmen die excretorischen Abschnitte der Organe einen verhältnismäßig kurzen Theil der Leibeshöhle in Bezug auf die Längsachse des Körpers ein, und ich glaube, dass es bei den meisten Vertretern dieser Tribus nur die lateralen Partien der zweiten Segmenthöhle sein möchten, welche die thoracalen Nephridialschläuche derselben durch ihre Schlingen ausfüllen, so dass dieses Verhalten für die Serpuliden im engeren Sinne im Allgemeinen als charakteristisch betrachtet werden könnte.

Eine Ausnahme hiervon scheint in der Gattung *Vermilia* vorzukommen, deren Thoracalnieren Haswell als aus vier längeren Säcken bestehend darstellt; von diesen soll das innere, weiter nach hinten reichende Paar sich in der Medianebene berühren. Diese Angaben möchte ich dahin deuten, dass die Nephridialschläuche hier jederseits eine sich durch mehrere Zonite erstreckende Schleife bilden, und die median an einander stoßenden Säcke deren Innenschenkel seien. Wenn meine Deutung richtig ist, so würde *Vermilia* in Bezug auf die Form der thoracalen Nierenorgane in vergleichend anatomischer Hinsicht die Vermittlung zwischen den Serpuliden und Sabelliden herstellen.

Sabelliden.

Als Repräsentant dieser Unterabtheilung möge *Spirographis Spallanzanii* Viv. dienen.

Die thoracalen Excretionsorgane dieser Species zeichnen sich durch eine beträchtliche Länge und zugleich voluminöse Ausbildung ihrer Nephridialschläuche aus, welche auf jeder Seite eine zweischenkelige Schleife bilden (Taf. 23 Fig. 9).

Die Trichter sind denjenigen der *Psygmobranchus*-Nieren sehr ähnlich und gehören wie diese dem ersten Dissepiment an. Oben und seitlich erstrecken sich ihre Wandungen auch ziemlich weit nach vorn in das Kopfmundsegment hinein; da aber dieses letztere hier nicht so kurz ist wie bei den Serpuliden, so bleiben die Wimpertrichter in einer vom Gehirn entfernteren Lage als dort (Taf. 23 Fig. 9 *Tr*[1]). Andererseits ist hervorzuheben, dass die beiden vorderen Nephrostomen von *Spirographis* auch in viel engeren Beziehungen zur Leibeswand stehen: die Trichterrinne befindet

Digitized by Google

sich im Bereiche der Seitenlinie, der obere Theil der Trichterwand lehnt sich dem hämalen Längsmuskel an und der untere Theil derselben nähert sich dem neuralen (Taf. 26 Fig. 17 Tr^1).

Die Trichtercanäle haben ein verhältnismäßig enges Lumen, sind ziemlich lang und steigen gleich hinter dem Septum längs der inneren Oberfläche der neuralen Längsmusculatur medianwärts nach unten, wo sie über den beiden Bauchsträngen in die Innenschenkel der entsprechenden Nephridialschläuche übergehen (Taf. 23 Fig. 9).

Die drüsigen Theile der thoracalen Nierenorgane von *Spirographis* bilden ein Paar lange, schleifenförmige Nephridialschläuche, welche in der neuralen Körperhälfte liegend fast den ganzen Raum zwischen der Leibeswand und dem Darmcanal ausfüllen; die Dissepimente durchsetzend, durch welche sie auf den Grenzen zwischen den einzelnen Segmenten Einschnürungen erleiden, erstrecken sie sich bei ausgewachsenen Thieren durch den ganzen Thorax (Taf. 23 Fig. 9). Bei jüngeren Exemplaren sah ich das hintere Ende der Schleifen je nach der Größe des Individuums vom Abdomenanfang mehr oder weniger entfernt in einem der letzten Zonite des Vorderkörpers, was darauf hindeuten würde, dass die Schläuche von vorn nach hinten auswachsen.

Die Innenschenkel (Taf. 23 Fig. 9 $N.^1i.S$) bilden in ihrer ganzen Länge je ein ziemlich gleichmäßiges, cylindrisches Rohr, das durch die Septen nur leicht eingeschnürt wird und von vorn nach hinten allmählich, im Ganzen aber nur wenig dicker wird. Die besagten Schleifenschenkel der beiden Seiten rücken stellenweise, besonders auf den Segmentgrenzen, unter dem Darm sehr nahe zusammen, nirgends kommt es jedoch zu einer directen Berührung. Ihre Färbung ist bedeutend heller als die des folgenden Abschnittes.

Ein durchaus anderes Aussehen haben die beiden Außenschenkel (Taf. 23 Fig. 9 $N.^1a.S$). Sie stellen weite Schläuche vor, welche mit einer ebenen Oberfläche sich an die neurale Längsmusculatur anlehnen, ohne jedoch mit dieser verwachsen zu sein, gegen die Leibeshöhle hin aber eine Menge Falten, Ausbuchtungen und Aussackungen bilden, von denen ein Theil seitlich bis in die Höhlen der hämalen Parapodien hinaufreicht; den medianwärts von ihnen gelegenen centripetalen Schenkeln liegen sie fest an und umgreifen dieselben in der Mitte der Zonithöhlen auf der Seite des Darmes. Auf den Segmentgrenzen werden die Außenschenkel durch die Dissepimente, welche sie zu passiren haben, dermaßen eingeschnürt,

Digitized by Google

dass ihr Lumen an diesen Stellen demjenigen der Innenschenkel ungefähr gleich kommt. Im frischen Zustande sind sie ganz dunkelbraun.

In der vorderen Hälfte des 2. Segments angelangt, werden die centrifugalen Schlauchschenkel auf einmal sehr viel dünner und lehnen sich hier in Gestalt eines sich distalwärts mehr und mehr verjüngenden Rohres an die Seitenlinie an, längs der sie im Bereiche des ersten Dissepimentes über den Trichtern zwischen Haut und hämaler Längsmusculatur gegen die Mittellinie des Rückens schräg nach vorn aufsteigen, um sich hier in der Mitte des Kopfmundsegments zu vereinigen.

Der unpaare Ausführungsgang (Taf. 23 Fig. 9) ist bei *Spirographis* ein dünner, ziemlich kurzer Canal, welcher in ähnlicher Weise wie bei *Psygmobranchus* auf einer kleinen Papille nach außen mündet. Dieser Porophor befindet sich aber gerade über dem Gehirn (Taf. 22 Fig. 11; Taf. 23 Fig. 9; Taf. 26 Fig. 16 *N.*^{1}*P*.; liegt also nicht so weit nach vorn, wie bei den Serpuliden. Eine hier bedeutend tiefere Längsrinne auf der Oberfläche des Rückens entspricht dem unter der Haut gelegenen Ausführungscanale der thoracalen Nierenorgane und wird auf beiden Seiten von hohen, dunkel pigmentirten Höckern begrenzt (Taf. 22 Fig. 11. 12; Taf. 23 Fig. 9; Taf. 26 Fig. 16, 17 *h.P.*).

Die Thoracalnephridien der Sabellen sind uns nur bei sehr wenigen Formen bekannt; alle diesbezüglichen Angaben möchten aber darauf hinweisen, dass ein Paar längere, durch mehrere Segmente sich erstreckende, zweischenkelige Nephridialschläuche für den Excretionsapparat der hierher gehörigen Formen charakteristisch ist. Dafür sprechen die Aussagen von Claparède über die Sabelliden im Allgemeinen so wie die specielleren Darstellungen von Cosmovici bezüglich *S. arenilega* und von Haswell für *S. velata*; auch ich habe schließlich noch bei einigen kleineren Sabellenarten, die ich nicht näher bestimmt habe, die vorderen Nephridien cursorisch betrachtet und das bei *Spirographis* ausführlicher dargestellte Verhalten wiedergefunden. Eine Eigenthümlichkeit der in Rede stehenden Organe scheint in dieser Gruppe ferner darin zu bestehen, dass der unpaare Ausführungsgang nicht vor, sondern gerade über dem Gehirn nach außen mündet.

Digitized by Google

Eriographiden.

Myxicola infundibulum.

Hier sind die beiden Schleifen der Thoracalnieren weniger lang, haben aber in Folge der außerordentlich reichen Faltenbildung ihrer Wandungen eine sehr große excretorische Oberfläche, die nicht auf diese Abschnitte beschränkt ist, sondern sich auch eine bedeutende Strecke weit in den unpaaren, nach hinten zu sehr stark erweiterten Ausführungsgang hinein fortsetzt. Eine Besonderheit des thoracalen Nierenapparates bildet ferner der Umstand, dass sowohl die beiden inneren als die einzige äußere Mündung sehr weit nach vorn gelegen sind (Taf. 23 Fig. 10).

Die beiden Wimpertrichter lehnen sich mit dem Rücken der Rinne im Bereiche der Seitenlinie der Ringmuskelschicht nach oben der hämalen, nach unten der neuralen Längsmusculatur des Körpers an, nur im hintersten Theile des Kopfmundsegmentes schiebt sich vom 2. Zonite her ein kleiner Abschnitt des äußeren Nephridialschlauchschenkels zwischen den Trichter und die hämale Muskelmasse vor (Taf. 26 Fig. 19 Tr^1).

Auffallend ist die Lage der vorderen Nephrostomen: sie befinden sich in einer Transversalebene mit dem Gehirn, trotzdem sie als peritoneale Ausstülpungen des ersten Dissepimentes der Endregion des postoralen Mundsegmentabschnittes angehören. Diese Verlegung nach vorn hat hier ihre Ursache darin, dass am vorderen Körperende überhaupt die peripheren Theile der einzelnen Zonite über ihre entsprechenden centralen Partien hinaus sehr weit nach vorn verschoben sind. So kommen z. B. auch das erste hämale Borstenbündelpaar ($B.B.h^1$) und die beiden Gehörbläschen (*Ot*), welche der Integumentzone des zweiten Segments angehörige Organe sind, auf einem Niveau mit dem Gehirn zu liegen (Taf. 23 Fig. 10; Taf. 26 Fig. 19). Diese Verrückung der äußeren Segmentgrenzen hat nun auch weiter zur Folge, dass die Dissepimente in der betreffenden Gegend nach hinten in die nächstfolgenden Zonithöhlen hinein starke Ausbuchtungen bilden. Längs der Innenseite der Leibeswand läuft jeder Wimpertrichter hinter dem ersten Dissepiment in einen Trichtercanal (Taf. 26 Fig. 20 $Tr.^1C$) aus, der sich auf der neuralen Längsmusculatur der Medianebene zuwendet und sich gegen den folgenden Organabschnitt allmählich erweitert.

Die Nephridialschläuche (Taf. 23 Fig. 10 $N.^1i.S$, $N.^1a.S$) reichen auf beiden Seiten ungefähr bis in die Mitte des 5. Seg-

Digitized by Google

mentes, indem sie die betreffenden Dissepimente durchsetzen. Wie die Sabelliden so hat auch unsere Eriographide keine transversalen Muskeln, und desswegen nehmen denn die Schleifen jederseits den ganzen, einheitlichen Hohlraum der resp. Zonite ein, welcher proximal vom Darm und dessen Mesenterien, distal von dem Hautmuskelschlauch begrenzt wird. Diese segmentalen, paarigen Räume sind nun in Folge der ganz enormen Ausbildung sowohl der hämalen als der neuralen Längsmusculatur (Taf. 26 Fig. 19—21 *hm.nm*) verhältnismäßig eng, woher die Nephridialschläuche behufs Vergrößerung ihrer excretorischen Oberfläche einer außerordentlich starken Faltenbildung unterliegen mussten, die sich hier nicht auf den Außenschenkel allein beschränkt, sondern auch auf den größten Theil des Innenschenkels der Schleife bezieht (Taf. 26 Fig. 21 *N.¹i.S*, *N.¹a.S*). Zu bemerken wäre dabei, dass die oberen Partien und die distalen Enden der centrifugalen Schenkel noch am wenigsten Falten aufzuweisen haben, woher auch ihr Lumen weit weniger zerklüftet erscheint und diese Theile derselben so mehr den Charakter von geräumigeren Reservoiren erhalten (Taf. 26 Fig. 19—21 *N.¹a.S*). Die ganzen Schleifen sind im Leben dunkelbraun und werden nur gegen die Trichter hin heller.

Eigenthümliche Beziehungen zeigen die Nephridialschläuche des Thorax zur Leibeswand, wodurch sich unsere Form von allen übrigen Serpulaceen sehr stark unterscheidet. Während nämlich bei diesen die distalen Enden der Außenschenkel zwischen dem Integument und der hämalen Längsmusculatur verlaufen, um sich in der Mittellinie des Rückens zu vereinigen, steigen die entsprechenden Theile des vorderen Nephridienpaares, zwischen die beiden Blätter des zweiten Dissepimentes (D^2) eingeschlossen, bei *Myxicola* längs der Innenseite der hämalen Längsmuskeln, also im Bereiche der Darmkammer auf (Taf. 26 Fig. 20, 21 *N.¹a.S*), um über dem Ösophagus im oberen Darmmesenterium zusammenzutreten.

Der gemeinsame Ausführungsgang des vorderen Nephridienpaares erreicht daher bei *Myxicola infundibulum* Dimensionen, wie sie bei keiner anderen Serpulaceenform bekannt sind; bei einer Länge von mehr als zwei Zoniten bildet er einen zwischen den beiden hämalen Längsmuskeln eingeschalteten schmalen, aber besonders hinten sehr hohen, pigmentirten Behälter, welcher nach vorn zu sich verjüngt und in dieser Richtung eine bedeutende Strecke über das Gehirn hinausreicht, dessen oberes, hin-

Digitized by Google

teres Ganglienpaar (*G.* 3) sich ihm von unten her zu beiden Seiten dicht anlegt (Taf. 23 Fig. 10, Taf. 26 Fig. 19 *N.*[1] *A.G*).

Die unpaare äußere Öffnung liegt auf einer kleinen Papille (Taf. 22 Fig. 13, Taf. 23 Fig. 10, Taf. 26 Fig. 18 *N.*[1] *P*), die sich auf der Rückseite des Thieres weit vor dem Gehirn zwischen den Wurzeln der beiderseitigen Kopfkiemen befindet. Dem vordersten Theile des dicht unter der Haut verlaufenden Ausführungsganges entspricht auch bei *Myxicola* äußerlich eine flache Längsrinne, die von zwei wulstförmigen, die Kiemenwurzeln oben und seitlich umgreifenden Integumenterhebungen des Kopfmundsegmentes begrenzt wird (*h.P*).

Außer der Claparède'schen Darstellung der Thoracalnephridien von *Myxicola infundibulum* haben wir nur noch sehr unvollständige und ungenaue Angaben über die betreffenden Organe bei *M. modesta* von Cosmovici, nach dessen Behauptung dieselben bei dieser Form im Allgemeinen denselben Bau haben sollen, wie er ihn für *Sabella arenilega* beschrieben hat, nur seien die Schläuche kürzer als bei der letztgenannten Art. Seine Angabe bezüglich der gesonderten Ausmündungen der einzelnen Nierenorgane auf jeder Seite kann ich nach dem Obigen natürlich nicht gelten lassen.

Amphicoriden.

Alle Vertreter dieser Tribus, von denen wir die vorderen Nierenorgane bei

Amphiglene mediterranea Leydig

uns etwas näher betrachten wollen, zeichnen sich dadurch vor den übrigen Serpulaceen aus, dass die den Vorderkörper betreffenden Verschiebungen in Bezug auf die Längsachse bei ihnen weit geringere sind; die inneren und äußeren Organe oder Theile derselben, welche einem gegebenen Zonite zukommen, behalten daher ihre Lage im Bereiche dieser Segmente. Dieses Verhalten findet nun auch in den Lagebeziehungen der verschiedenen Abschnitte des thoracalen Nierenapparates seinen Ausdruck.

Die beiden Trichter desselben liegen im unteren Theile der Seitenlinie genau auf der Grenze zwischen dem 1. und 2. Segment der Leibeswand dicht an, wo sie je eine einfache Ausstülpung der vorderen Peritoneallamelle des entsprechenden Dissepimentes nach hinten vorstellen (Taf. 24 Fig. 14, 16 *Tr*[1]). Ihr Trichtercanal biegt gleich hinter dem Septum schräg nach innen und unten

Digitized by Google

ab und setzt sich continuirlich in den darauf folgenden excretorischen Abschnitt fort.

Die Nephridialschläuche bilden jederseits eine auf das 2. Segment beschränkte Schleife, welche im Bereiche der Seitenlinie außerhalb des Peritoneums schräg nach unten und hinten gerichtet ist. Der centripetale Schenkel ist enger, liegt mehr neural und einwärts von dem centrifugalen, der sich dem ersteren fest anschmiegt und über demselben bis zur vorderen Grenze des 2. Zonites gegen den Rücken aufsteigt (Taf. 24 Fig. 14, 16. *N.*[1] *i.S*, *N.*[1] *a.S*). Hier angelangt setzen die nunmehr wieder enger gewordenen Außenschenkel der beiden Seiten ihren Weg in transversaler Richtung zwischen der Haut und der hämalen Längsmusculatur in der Ebene des ersten Dissepimentes bis zur Vereinigung in der Mittellinie des Körpers weiter fort (Taf. 24 Fig. 15 *N.*[1] *a.S*). Der äußere Schenkel der Schleife ist hellbraun, der innere beinahe farblos.

Der gemeinsame, mediane Ausführungsgang ist ein ziemlich gleichmäßiges, dünnes und dünnwandiges Rohr, welches mit einem spaltförmigen quergestellten Porus nach außen mündet (Taf. 24 Fig. 14, 15 *N.*[1] *A.G*, *N.*[1] *P*); der letztere befindet sich vor dem Gehirn in einer transversalen ringförmigen Hautfurche, welche den Kiemenapparat des Kopfes vom übrigen Theile des Kopfmundsegmentes scheidet. Äußerlich erhebt sich auch bei *Amphiglene* zu beiden Seiten des Ausführungsganges ein Paar hier jedoch ziemlich flacher Integumentverdickungen (*h.P*), die den beiden gleichgelegenen Wülsten oder Hügeln der übrigen Serpulaceen entsprechen.

Fast bei allen Amphicoriden sind von meinen Vorgängern die beiden vorderen Nephridien gesehen worden; unter der verschiedensten Deutung wurden sie bei *Amphicora Sabella*, *Amphiglene mediterranea* und *Haplobranchus aestuarinus* namhaft gemacht. Nur bei *Fabricia Armandi* konnte Claparède diese Organe nicht auffinden und glaubte, dass dieselben hier durch ein Paar gewundener Schläuche ersetzt wären, welche sich auf der Bauchseite im 7. Segment befinden sollen (1864 p. 41). Bei der Regelmäßigkeit, mit welcher die Thoracalnieren bei allen übrigen Serpulaceen in gleicher Lage vorkommen, muss ich annehmen, dass Claparède sie bei *Fabricia* übersehen habe.

Im Übrigen stimmen die Angaben derjenigen Forscher, welche die in Rede stehenden Organe sich genauer betrachtet hatten, darin überein, dass dieselben vermittelst eines gemeinsamen, hämalen

Digitized by Google

Ausführungsganges ganz vorn nach außen münden und auf einen kleinen, vorderen Abschnitt des Kopfendes beschränkt sind. Ich glaube nicht fehlzugreifen, wenn ich für die Amphicoren im Allgemeinen annehme, dass bei ihnen die Nephridialschläuche bloß dem 2. Zonite, der unpaare Ausführungsgang dagegen seiner ganzen Ausdehnung nach dem Kopfmundsegment angehört.

Die Angabe BOURNE's, dass die Thoraxdrüsen von *Haplobranchus* gesonderte, seitliche Ausmündungsöffnungen hätten, halte ich für unwahrscheinlich.

In der

Familie der Hermelliden

verhalten sich die vorderen Nephridien ähnlich wie bei den Serpulaceen, weichen jedoch in ihrem Habitus von dem für die Anneliden allgemein gültigen Typus noch mehr ab als bei jenen. Untersucht habe ich diese Organe hier bei

Sabellaria alveolata L.

Auch bei diesen Würmern haben die Thoracalnieren einen gemeinsamen auf der Rückseite nach vorn verlaufenden Ausführungsgang, der eine noch viel bedeutendere Ausbildung erreicht als bei *Myxicola*; nach außen öffnet er sich vor dem Gehirn, erweitert sich sehr stark nach hinten zu und endet blindsackartig in der Mitte des 4. Segmentes. Die Nephridialschläuche bestehen aus ungleich langen Schenkeln, welche nur im 2. Zonite eine verhältnismäßig kurze, vertical nach unten gerichtete Schleife bilden; die außerordentlich faltenreichen oberen Theile der viel längeren Außenschenkel verlaufen dicht neben dem Ausführungsgang in horizontaler Richtung, bis sie sich mit dem letzteren im 3. Körperringe vereinigen. Die Wimpertrichter gehören dem Bereich der Seitenlinie an und befinden sich auf der Grenze zwischen den beiden ersten Zoniten. Mit Ausnahme der Trichterapparate und des äußersten Endes vom medianen Ausführungsgang sind die Wandungen des ganzen Systems zu excretorischer Thätigkeit befähigt. Sehr auffallend ist der Umstand, dass der unpaare Abschnitt desselben unter dem Rückengefäß gelegen ist, während er bei allen bisher besprochenen Formen sich über dem letzteren befindet (Taf. 24 Fig. 7—9).

Da die hämale Partie des 2. Zonites sich über den Endabschnitt des Kopfmundsegments vorschiebt, so kommen die Trichter (Taf. 24 Fig. 7—9 *Tr*[1]) der beiden vorderen Nephridien bei *Sabellaria* in einer Transversalebene mit dem ersten Paar Rücken-

Digitized by Google

kiemen (*Ki*[1]) zu liegen, nichtsdestoweniger bilden sie auch hier je eine nach hinten gerichtete Ausstülpung des ersten Dissepimentes, welche zwischen der hämalen und der neuralen Längsmusculatur der Seitenlinie innen anliegt (Taf. 26 Fig. 23 *Tr*[1]). Der auf die innere Mündung folgende Trichtercanal (Taf. 26 Fig. 24 *Tr*[1] *C*) lenkt nach kurzem Verlauf längs der oberen Grenze des betreffenden neuralen Muskelfeldes etwa in der Mitte des 2. Segmentes von der Leibeswand einwärts ab und geht ziemlich unvermittelt in den gleich hier schon weiteren Innenschenkel des Nephridialschlauchs über.

Eine eigenthümliche Form und Lage haben hier die dunkelbraunen Nephridialschläuche (Taf. 24 Fig. 7—9 *N.*[1]*i.S*, *N.*[1]*a.S*). Sie bilden jederseits eine freie in die Leibeshöhle hineinragende Schleife, deren Schenkel nur auf einer kleinen Strecke an der median nach unten gerichteten Umbiegungsstelle einander fest anliegen, nach oben dagegen, wo sich zwischen dieselben die mächtige Längsmusculatur des Rückens einschiebt, beinahe rechtwinkelig (Taf. 26 Fig. 24 *N.*[1]*i.S*, *N.*[1]*a.S*) divergiren. Die verticale Lage des schleifenförmigen Nierenabschnittes, welcher auf das 2. Segment beschränkt ist, scheint mir durch die Kürze dieses Zonites bedingt zu sein (vgl. Taf. 24 Fig. 7).

Der Innenschenkel (Taf. 26 Fig. 24 *N.*[1]*i.S*) ist bedeutend enger als der äußere, hat aber ähnlich wie dieser eine ziemlich unregelmäßige, faltige Oberfläche: er liegt nur am Anfange der neuralen Längsmusculatur an und geht dann frei durch die Leibeshöhle schräg nach innen und unten, bis er dicht über der Bauchstranghälfte (*B*) der entsprechenden Seite anlangt.

Von hier ab steigt der Excretionsschlauch als Außenschenkel (Taf. 26 Fig. 24 *N.*[1]*a.S*) zwischen dem Darmcanal und der hämalen Längsmusculatur, welch' letzterer er sich dicht anlehnt, gerade gegen den Rücken auf, um sich nun in horizontaler Richtung durch das ganze 3. Segment hin weiter fortzusetzen und am Ende dieses in den medianen Ausführungsgang mit weiter Öffnung einzumünden (Taf. 24 Fig. 7 *N.*[1]*a.S*).

Schon im Schleifentheile, der nur einen kleineren Abschnitt des gesammten Excretionsapparates ausmacht, erweitert sich der Außenschenkel eines jeden Nephridialschlauches recht erheblich; in seiner horizontalen hinteren Partie aber, die jederseits an den breiten Ausführungsgang angrenzt und von diesem nur stellenweise durch die paarigen Aufhängemuskeln (Taf. 26 Fig. 24 *m*) des Vorderdarmes

Digitized by Google

geschieden ist, erreicht er eine sehr bedeutende Dicke, so dass die hier sehr faltigen und runzeligen Schläuche auf beiden Seiten die obere Hälfte der Segmenthöhle ganz ausfüllen.

Besonders in die Augen fallend ist die geradezu enorme Ausbildung des medianen Ausführungsganges, welcher fast den bedeutendsten Abschnitt des ganzen thoracalen Nierensystems bildet (Taf. 24 Fig. 7 *N.*[1]*A.G*). Er stellt einen braunen, langen und weiten Sack vor, der nach Aufnahme der Nephridialschläuche hinten etwa in der Mitte des 4. Segmentes blind endigt, im 2. und 3. Zonite den ganzen oberen, von Darm, Längsmusculatur und Rückengefäß begrenzten Hohlraum ausfüllt und erst im Kopfmundsegment in der Nähe des Gehirns sich verengert, um vermittelst eines dünnen Canals vor und über dem letzteren nach außen zu münden. Abgesehen von den zahlreichen Falten und Furchen, durch welche die ohnedies sehr ansehnliche Oberfläche des in Rede stehenden Organabschnittes noch erheblich vergrößert wird, hat derselbe ganz regelmäßige Einschnürungen, die auf den Segmentgrenzen durch die Dissepimente und innerhalb der einzelnen Zonite durch die Aufhängemuskeln des Vorderdarms hervorgerufen werden. Wie schon angedeutet, liegt der so gestaltete Ausführungsgang auffallenderweise unter dem Rückengefäß (Taf. 26 Fig. 23, 24 *N.*[1], *A.G*, *V.d*), dessen peritoneale äußere Wandungsschicht als continuirlicher Überzug auf den ersteren übergeht. Dicht hinter dem Gehirn theilt sich das Vas dorsale in zwei vordere Gabeläste, welche als obere Theile des circumoralen Gefäßringes zu beiden Seiten des Canals herabsteigen, und dieser letztere setzt nunmehr allein seinen Weg über das Gehirn hinaus nach vorn bis zur äußeren Mündung weiter fort.

Die Ausmündungspapille (Taf. 26 Fig. 22, Taf. 24 Fig. 7, 8 *N.*[1]*P*) liegt demnach vor dem Gehirn, über der Oberlippe (*o.L*) und zwischen den beiden hämalen Kopftentakeln (*h.T*) am hinteren Ende einer nach unten offenen Längsrinne, welche oben und seitlich von den zwei mächtigen, median verwachsenen Paleenträgern (*h.P*) begrenzt wird (Taf. 24 Fig. 9, Taf. 22 Fig. 16).

Histologie.

Wie überall wo die Nephridien als Excretionsorgane thätig sind, so lassen sich auch an dem thoracalen Nierensystem der Serpulaceen und Hermellen drei histologisch verschiedene Abschnitte unterscheiden,

Digitized by Google

von denen der innerste mit einem einfachen Flimmerepithel und der bei Weitem größte mittlere mit einem echten Excretionsepithel ausgestattet sind, der äußerste aber aus einer von der Hypodermis herrührenden Zellschicht besteht.

Das Trichterepithel der Thoracalnieren, welches bei allen hierher gehörigen Formen als eine directe Fortsetzung der vorderen Peritoneallamelle des ersten Dissepimentes erscheint, ist wie gewöhnlich aus einer einfachen, mit ziemlich langen und kräftigen Cilien versehenen Zelllage gebildet, die jedoch je nach den Gruppen ein verschiedenes Aussehen hat. Bei *Psygmobranchus* sind die einzelnen Zellen relativ niedrig, cubisch, haben ein helles Protoplasma und runde, sich stark tingirende Kerne, so dass das ganze Epithel an Schnittpräparaten ziemlich dunkel aussieht. Noch dunkler erscheint dieses Gewebe bei *Spirographis*, indem hier die Kerne fast den ganzen Körper der sehr niedrigen und kleinen, würfelförmigen Zellen einnehmen, die sich in Folge dessen nach innen vorwölben und nur äußerst wenig Protoplasma besitzen. Sehr hoch dagegen ist das Trichterepithel von *Myxicola:* die hellen Cylinderzellen desselben sind lang und schmal und enthalten auf ihrer mittleren Höhe einen ovalen aufrecht stehenden Kern; an ihrer ebenen inneren Oberfläche tragen sie außerordentlich lange, geißelartige Wimperhaare[1]. Das

[1] Die Cilien des Nephrostomenepithels sind bei *Myxicola infundibulum* bedeutend länger als der halbe Durchmesser des Trichtercanals, und am Anfange dieses Abschnittes so wie in der Eingangsöffnung, wo die Zellen besonders schmal sind, stehen sie sehr dicht gedrängt. Daher legen sich die freien, centralen Enden der radial gegen einander gerichteten Geißeln in der Canalachse zusammen und verbacken hier bei der Conservirung zu einer anscheinend homogenen, glänzenden Masse, so dass man von Schnittpräparaten den Eindruck erhält, als befände sich im Lumen des Trichterrohres eine solide Lamelle. Verfolgt man aber die betreffende Querschnittserie weiter nach hinten, wo die Epithelzellen breiter werden und somit auch die Bewimperung weniger dicht ist, so kann man sich überzeugen, dass eine derartige »undulirende« Membran nur ein Kunstproduct sei. Man gelangt hierbei an Stellen, wo diese Platte bald der Länge nach gespalten ist, bald in einzelne, je nach der Anzahl der an sie herantretenden Cilien größere oder kleinere Stücke zerfällt. Noch weiter tritt in den Theilstücken derselben eine Streifung auf; der Zusammenhang dieser Streifen wird immer lockerer und schließlich lassen sich die letzteren ganz deutlich als quer durchschnittene Wimperhaare erkennen.

Etwas Ähnliches beschreibt Eisig in seiner Monographie der Capitelliden (p. 280, Taf. 30 Fig. 24, 25 *Nm.T.Fpl*, Fig. 27, 28 *Nm.Fpl*). Die betreffenden Präparate hat mir Dr. Eisig gezeigt, und nach einem Vergleiche derselben mit den bezüglichen Schnitten von *Myxicola* sind wir nunmehr beide geneigt, auch die »Flimmerplatten« in den Nephridien von *Capitella* in der obigen Weise

Digitized by Google

Nephrostomengewebe von *Amphiglene* verhält sich ähnlich wie bei den Sabelliden, und bei *Sabellaria* gleicht es im Allgemeinen demjenigen von *Myxicola*, nur sind die Dimensionen der Elemente bedeutend geringer.

Die Beziehungen des Trichterepithels zu der inneren, excretorischen Zellschicht der Nierenschläuche sind nun auch nicht überall die gleichen; während sich nämlich das erstere bei *Psygmobranchus* und bei *Sabellaria* gegen das Excretionsepithel scharf absetzt, ist der Übergang dieser beiden Gewebsarten in einander bei *Spirographis*, *Myxicola* und *Amphiglene* ein ganz allmählicher.

Das Excretionsepithel, welches im centripetalen Theile der vorderen Nephridialschläuche regelmäßig heller ist und weniger Ausscheidungsproducte erzeugt, besteht aus drüsigen, körnigen Zellen, die gewöhnlich mit langen aber wenigen Flimmerhaaren ausgestattet sind und auch wieder im einzelnen Falle gewisse Verschiedenheiten aufzuweisen haben. Diese sind bei *Psygmobranchus* ziemlich hoch und wölben sich bald mehr bald weniger in das Lumen der Schläuche vor, woher die innere Oberfläche der Zellschicht uneben ist, ihr Protoplasma ist grobkörnig, dunkel und enthält eine Menge kleiner, bräunlicher Concretionen; an manchen Stellen ist es lichter, was auf eine locale Ansammlung von flüssigen Bestandtheilen hinzudeuten scheint. Die Kerne sind rund, blasig, mit dunklem Kernkörperchen versehen und liegen ungefähr in der Mitte der Zellkörper. Von einer basalen Schicht von Ersatzzellen, wie sie HASWELL für die Nephridien von *Eupomatus* angiebt (1885 p. 660), habe ich nichts gesehen; Bilder, die er in diesem Sinne gedeutet haben könnte, entstehen, wenn das Epithel schief oder fast tangential durch die Schnittfläche getroffen ist. Die geißelartigen Cilien sind ziemlich unregelmäßig auf die Zellen vertheilt.

Bei *Spirographis* hat das Excretionsepithel im Innenschenkel gegen das Canallumen hin eine glatte Oberfläche mit recht dichter Bewimperung. Die Zellen schließen hier so fest an einander, dass ihre Grenzen kaum zu erkennen sind; im Ganzen sind sie ziemlich niedrig und klein, dabei etwas höher als breit, haben ein gleichmäßig granulirtes Protoplasma und runde Kerne mit einem dunklen

---

zu deuten, wenn gleich bei der Feinheit der histologischen Elemente eine Zusammensetzung der besagten Gebilde aus einzelnen Cilien hier direct nicht wahrnehmbar ist.

Digitized by Google

Nucleolus, welche in den inneren Enden der Zellkörper liegen. In der Richtung zum Trichter werden die beschriebenen Elemente immer kleiner und dadurch dem Wimperepithel des Trichtercanales so ähnlich, dass eine Grenze zwischen diesen und jenen nicht zu erkennen ist. Das Epithel des Außenschenkels, welcher bei dieser Form zu einer außerordentlichen Ausbildung gelangt, ist der eigentliche Sitz der excretorischen Thätigkeit. Auch hier bilden die Zellen, jedoch nur mit ihren distalen Enden, wo das Protoplasma denselben Charakter hat wie im centripetalen Schenkel, durch feste Verkittung unter einander eine fast einheitliche, basale Plasmaschicht. In dieser sind die Kerne etwas heller und haben denselben Abstand von der äußeren Oberfläche des Epithels wie dort. Nach innen von den Kernen laufen nun die Zellkörper ein jeder für sich in Form von keulenartigen Fortsätzen aus, die etwa doppelt so lang sind wie die basalen Theile; die aufgetriebenen centralen Zellenden, welche in die Lichtung des Schlauches frei hineinragen und nur selten ganz vereinzelte Cilien tragen, enthalten viele bräunliche Excretionskörnchen so wie diejenigen helleren Stellen im körnigen Protoplasma, an welchen sich die Excretionsflüssigkeit zu bilden scheint.

Bei *Myxicola* ist das ganze Nierenepithel mit langen, kräftigen Wimpern besetzt. Im Anfange des Innenschenkels, wo auch die Zellen selbst die gleiche Beschaffenheit haben wie im angrenzenden Trichterrohr, ist der innere Flimmerbesatz dichter und wird in centrifugaler Richtung spärlicher. In ähnlicher Weise verändern sich auch die zelligen Elemente der Wandungen, welche Anfangs schlank, hoch und hell sind, dann aber allmählich immer breiter, niedriger und körniger werden: gegen den Außenschenkel hin nimmt auch die Anhäufung von dunkelbraunen Excretionskörperchen im Protoplasma zu. Die Kerne, welche mehr rund als oval, ziemlich dunkel aber dennoch bläschenartig und mit einer Mehrzahl von Kernkörperchen ausgestattet sind, nehmen fast immer die Mitte der Excretionszellen ein, und die letzteren, die sich mehr oder weniger in das Lumen des Organs vorwölben, bilden in ihrer Gesammtheit kein besonders festes Gefüge, woher ihre gegenseitigen Grenzen recht deutlich hervortreten.

Die Nephridialschläuche von *Amphiglene* haben ein ziemlich flaches Excretionsepithel, welches gelblich braune Concremente enthält und gegen den Trichterapparat hin allmählich heller wird: die Zellen springen nach innen nur wenig vor und sind mit langen Flimmerhaaren versehen, deren lebhaftes Spiel den Eindruck von

Digitized by Google

einer »undulirenden Membran« hervorruft. An Schnitten habe ich die Nierenorgane dieser Würmchen nicht untersucht, da ich diejenigen Verhältnisse, auf welche es mir hauptsächlich ankam, auch schon an lebenden oder in toto gefärbten Exemplaren beobachten konnte.

Die Thoracalnieren von *Sabellaria* erinnern in histologischer Hinsicht an die typischen vorderen Nephridien der Terebelloiden, indem ihr Excretionsepithel, dessen Elemente den entsprechenden der letzteren Thiere durchaus ähnlich sind, sich auch recht scharf gegen das Trichterepithel absetzt und eine ähnliche locale Differenzirung zeigt wie dort. Das Epithel der Innenschenkel ist fester gefügt und enthält fast ausschließlich braunpigmentirte, krystallinische Excretionskörperchen, während die Wandungen der Außenschenkel eine starke Vacuolenbildung aufweisen und somit außer den festen Concretionen eine große Menge flüssiger Excretionsproducte ausscheiden.

In allen hier betrachteten Fällen wird das drüsige Nierenepithel in den distalen Theilen der Außenschenkel und dort, wo es, wie wir gleich sehen werden, bis in den medianen Ausführungsgang hineinreicht, bedeutend flacher und erzeugt weniger Ausscheidungsproducte, wofür die Bewimperung aber mehr in den Vordergrund tritt.

Überall wo das Excretionsepithel der Serpulaceen und Hermellen mit seiner basalen Oberfläche dem Cölom zugewandt ist, hat es einen peritonealen Überzug, welcher in der Regel eine Menge fein verzweigter Blutgefäße enthält. Diese letzteren fehlen meinen Erfahrungen nach nur bei den Amphicoriden. Besondere musculöse Elemente, die den excretorischen Abschnitten der thoracalen Nephridien zukommen sollen, wie HASWELL angiebt, habe ich nirgends entdecken können.

Von besonderem Interesse ist der histologische Bau des unpaaren Ausführungsganges, der für die beiden Familien charakteristisch ist.

Am einfachsten ist er bei *Amphiglene* und *Spirographis*, wo die Wandungen dieses Canales nur aus einer ziemlich flachen, innen mit feinen Flimmerhaaren besetzten Epithelschicht bestehen, welche in die äußere Hypodermis continuirlich übergeht. Bei der ersteren Form sind die Zellen farblos, bei der zweiten dagegen enthalten sie dunkle Pigmenttröpfchen, wie solche auch in der Haut vorkommen; die Kerne im Zellkörper sind ihrem Aussehen nach den entsprechenden Theilen der Hautfaserzellen sehr ähnlich.

Digitized by Google

Außer dieser kurzen, zweifellos ectodermalen Partie nimmt bei *Psygmobranchus*, *Myxicola* und *Sabellaria* am Aufbau des medianen Ausführungsganges auch noch das Excretionsepithel in verschiedenem Maße Theil, indem es die Wandungen des hinteren Abschnittes bildet; ziemlich klein ist der letztere bei der ersten von den drei genannten Wurmgattungen, recht ansehnlich bei der zweiten und außerordentlich groß bei der dritten, wo er seinen Dimensionen nach den bedeutendsten Theil des ganzen Systems ausmacht.

In allen Fällen ist der terminale Canalabschnitt gegen den folgenden excretorischen histologisch scharf abgegrenzt und entbehrt der peritonealen Hülle, da er unter der Haut und gewöhnlich zwischen der hämalen Längs- und der Ringmusculatur gelegen ist. Von der letzteren aus erhält er im Bereiche der Ausmündungspapille einige ihn umgebende Fasern, die einen Schließmuskel vorstellen.

2. Die Genitalschläuche.

Diese Organe sind auch hier mit größeren, zur Aufnahme der Genitalproducte geeigneten Wimpertrichtern versehen, während ihre canalförmigen Abschnitte meist nur wenig zur Ausbildung gelangen, und kommen zu je einem Paare in allen Segmenten der Geschlechtsregion vor.

Bei den Serpulaceen

haben die hinteren Nephridien wie es scheint überall dieselbe Form und sind hinsichtlich ihrer Lage, Gestalt und Structur den gleichnamigen Organen der Cirratuliden durchaus ähnlich (Taf. 23 Fig. 9, 11, Taf. 24 Fig. 14 N^2—N^5).

Die den Dissepimenten angehörigen Trichter (Taf. 26 Fig. 15 *Tr*) liegen der Leibeswand an der unteren Grenze der Seitenlinie an; gleich hinter dem Septum verengern sie sich zu einem kurzen Schlauch, welcher zwischen der Ringmuskelschicht und der neuralen Längsmusculatur schräg nach hinten und unten verläuft (Taf. 26 Fig. 26 rechte Seite: *N*) und noch vor und unterhalb der Parapodien mit einem einfachen Porus auf der Bauchseite des Thieres nach außen mündet.

Das Auftreten der Genitalschläuche in Bezug auf die Längsachse ist nach den Arten und Gattungen bei den Serpulaceen verschieden, indem die Zahl der thoracalen Segmente durchaus nicht bei allen Formen die gleiche ist; somit beginnen sie in einem bald mehr bald

Digitized by Google

weniger vom Kopfende entfernten, in der Regel aber im ersten abdominalen Zonite. Hierbei ist zu bemerken, dass das vorderste Paar dieser Organserie, welches mit dem letzten Thoracalringe in offener Verbindung steht, ähnlich wie bei den Cirratuliden, häufig verkümmert und manchmal auch ganz ausfällt, da sich hier keine Geschlechtsproducte bilden, und es so die ihm zukommende Function nicht ausüben kann. Möglicherweise ist das von CLAPARÈDE (1864 p. 41) für das 7. Segment bei *Fabricia* angegebene Nephridienpaar mit gewundenen Schläuchen ein solches erstes Organpaar der hinteren Reihe, welches in Folge der ausgefallenen geschlechtlichen die excretorische Thätigkeit wieder aufgenommen hat; allein die betreffende Angabe selbst bedarf noch einer Bestätigung.

Bei den Hermellen

verhalten sich die Genitalschläuche etwas anders. Die hinteren Nephridien von *Sabellaria alveolata* zeichnen sich vor Allem durch eine bedeutendere Länge ihrer schlauchförmigen Abschnitte sowie durch den Besitz von Ausmündungspapillen aus (Taf. 24 Fig. 7, 9).

Da auch im Abdomen dieser Thiere die hämale Längsmusculatur sehr stark und vielleicht noch mehr als vorn entwickelt ist, so kommen die Wimpertrichter der Genitalschläuche mit der Seitenlinie zusammen sehr weit nach unten in der neuralen Körperhälfte zu liegen (Taf. 26 Fig. 28 *Tr*).

An die Trichtermündung schließt sich nach hinten ein Anfangs etwas weiterer, dann aber sich bald verengender Schlauch (*N.S*) an, der längs der Außenseite der neuralen Längsmusculatur senkrecht herabsteigt, dann nach oben ganz scharf umbiegt und in derselben Richtung sich wieder gegen den Rücken des Thieres wendet. Somit bilden diese Nephridialschläuche hier eine Schleife, deren centripetaler Schenkel auch wie bei den vorderen Organen oder Thoracalnieren kürzer ist als der centrifugale. Der ganze schlauchförmige Theil der hinteren Paare lehnt sich dem Integumente an und liegt in beinahe verticaler Ebene dicht hinter dem Septum, welchem das betreffende Trichterpaar angehört, also in der Nähe der vorderen Grenze seines Zonites.

Die abdominalen Nephridialporen befinden sich auf dem Gipfel kleiner schornsteinartiger, nach hinten gewandter Papillen (Taf. 22 Fig. 15, Taf. 24 Fig. 7, 9, Taf. 26 Fig. 28 *N.P*). Diese erheben sich an der vorderen Segmentgrenze dicht hinter den transversalen Hautwülsten, denen oben die Rückenkiemen aufsitzen; hier

Digitized by Google

haben sie ihre Lage ungefähr in der mittleren Höhe des Körpers. jedoch gleich über der Seitenlinie und daher schon im Gebiete der hämalen Längsmuskelfelder.

Die hinteren Nephridien treten bei *Sabellaria* erst im 9. Zonite auf, welches das vierte Abdominalsegment vorstellt, und sind von hier ab bis zum »Schwanz« in allen weiteren Körperringen zu je einem Paare vorhanden. Da nun das 8. Segment, mit welchem das erste, hintere Nephridienpaar communicirt, keine Genitalproducte erzeugt, denn diese erscheinen erst im folgenden Zonite, so sind auch diese beiden Organe häufig weniger ausgebildet, als im übrigen Theile der Genitalregion.

Histologie der Genitalschläuche.

Die Trichter und der größte Theil des darauf folgenden Canals bildet bei den Serpulaceen wie bei den Cirratuliden eine hintere Ausstülpung der vorderen Peritonealamelle der resp. Dissepimente. Das Trichterepithel erstreckt sich von der Segmentgrenze aus längs der inneren Oberfläche der neuralen Längsmusculatur ziemlich weit sowohl nach vorn als auch medianwärts und nimmt einen beträchtlichen Theil der Vorderseite des Septums ein. Diese Zellschicht, welche sowohl im Trichter als im Hauptabschnitte des Canals dieselbe ist, besteht aus kleinen. cubischen Zellen mit dunkelkörnigen, ovalen, liegenden Kernen und langen dichtgedrängten Cilien.

Der Endabschnitt der Nephridialröhrchen besteht aus einer vom Porus ausgehenden Einstülpung des Hypoderms nach innen, gegen welche das eben beschriebene Epithel ganz scharf abgegrenzt ist. Die Zellen dieses ganz kurzen, hypodermalen Ausführungscanales haben den Charakter von Faserzellen mit dunklen, aufrecht stehenden Kernen, und ihr Wimperbesatz ist kürzer und zarter.

Von einem excretorischen Abschnitt ist in der Regel nichts zu sehen. Eine Ausnahme würde vielleicht nur der von Claparède für *Fabricia Armandi* verzeichnete Fall bilden, wo im 7. Segment auf der Bauchseite ein Paar gewundener Schläuche vorkommen sollen, welche er mit den thoracalen Nephridien vergleichen zu können glaubte.

Bei den hinteren Nephridien der Hermellenform, die mir bei meinen Untersuchungen zu Gebote stand, sind die histologischen Verhältnisse ganz ähnlich.

Auch hier sind die Trichter Aussackungen der vorderen

Digitized by Google

Dissepimentlamellen. An der vorderen Oberfläche dieser Septen setzt sich das Flimmerepithel derselben bis in die Gegend der Bauchstränge fort und bildet zwischen der neuralen und hämalen Längsmusculatur jederseits eine nach vorn offene, horizontale Rinne, welche in die mehr parietal gelegene Eingangsöffnung führt.

Eben so wenig wie bei den Serpulaceen lässt sich auch an den abdominalen Organen von *Sabellaria* ein Excretionsepithel erkennen; die Wandungen der ganzen Canäle bilden vielmehr eine continuirliche Fortsetzung des Trichterepithels ohne weitere Differenzirung. Die flachen, breiten Zellen desselben haben ein feinkörniges, helles Protoplasma und einen ovalen, liegenden Kern, der mit mehreren dunklen Nucleolen versehen ist.

Der Bau der Porophore ist der gewöhnliche: von der äußeren Mündung aus stülpt sich die Haut in Gestalt eines ganz kurzen, engen Ausführungscanals nach innen ein, welcher in seiner Lichtung mit feinen Cilien besetzt ist.

Während die hinteren Organe oder Genitalschläuche der Serpulaceen und Hermellen den Typus der Annelidennephridien bis auf gewisse Eigenthümlichkeiten im Allgemeinen einhalten, ist die Abweichung der Thoracalnieren von diesem typischen Verhalten eine sehr bedeutende. Die Vereinigung der Nephridialschläuche eines Paares auf dem Rücken und der gemeinsame, unpaare Ausführungsgang ist eine Besonderheit, welche meines Wissens nur in den beiden oben genannten Wurmfamilien vorkommt. Über die morphologische Bedeutung dieser merkwürdigen Beziehungen kann uns die Ontogenie der betreffenden Organe einige Auskunft geben, allein um sich von dem phylogenetischen Zustandekommen derselben eine Vorstellung zu machen, muss eine ganze Reihe anderer Organisationsverhältnisse mit in Betracht gezogen werden, deren Veränderungen die Umgestaltung des thoracalen Excretionssystems zur Folge gehabt haben müssen. Welcher Art diese Veränderungen gewesen sein möchten, und was den Anstoß zu denselben gegeben haben könnte, soll den Gegenstand der nächstfolgenden Untersuchungen bilden; für diese habe ich mir nun auch des Zusammenhanges wegen die Darstellung der embryologischen Entwicklung der abweichenden Thoracalnierenform vorbehalten.

Digitized by Google

Verzeichnis der im Texte citirten Arbeiten.

Bate, C. Spence. 1850. *Terebella Medusa.* In: Ann. Mag. N. H. (2.) Vol. 8. p. 237—239.

Bergh, R. S. 1885. Die Excretionsorgane der Würmer. In: Kosmos 17. Bd. p. 97—122. T. 2.

Bourne, A G. 1883. On *Haplobranchus*, a new genus of capitibranchiate annelids. In: Q. Journ. Micr. Sc. (2.) Vol. 23. p. 167—176. T. 9.

Claparède, E. 1863. Beobachtungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere. 120 pgg. 18 Taf. Leipzig.

—— 1864. Glanures zootomiques parmi les annélides de Port-Vendres. In: Mém. Soc. Physiq. H. N. Genève. Tome 17. p. 463—600. T. 1—8.

—— 1868. Les annélides chétopodes du golfe de Naples. Ibid. Tome 19.

—— 1870. do. Supplément. Ibid. Tome 20.

—— 1873. Recherches sur la structure des annélides sédentaires. Genève.

Claparède und Mecznikow, 1869. Beiträge zur Erkenntnis der Entwicklungsgeschichte der Chaetopoden. In: Zeit. Wiss. Z. 19. Bd. p. 163—205. T. 12—17.

Cosmovici, L. C. 1879—80. Glandes génitales et organes segmentaires des annélides polychètes. In: Arch. Z. Expér. Tome 8. p. 234—372.

Cunningham, I. T. 1887. A. The nephridia of »*Lanice conchilega*« Malmgren. In: Nature. Vol. 36. p. 162—163.

—— 1887. B. The nephridia of *Lanice conchilega.* Ibid. p. 246.

Delle Chiaje. 1841. Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore. Napoli.

Ehrenberg. 1836. *Amphicora Sabella.* In: Mitth. Verh. Ges. Nat. Freunde. Berlin. p. 4.

Eisig, H. 1878. Die Segmentalorgane der Capitelliden. Auszug aus einer Monographie der Capitelliden. In: Mitth. Z. Stat. Neapel. 1. Bd. p. 93—118. T. 4.

Grube, E. 1838. Zur Anatomie und Physiologie der Kiemenwürmer. Königsberg. 77 pgg. 15 Taf.

—— 1878. Annulata Semperiana. Beiträge zur Kenntnis der Annelidenfauna der Philippinen. In: Mém. Acad. Sc. Pétersbourg (7.) Tome 25. No. 8. 300 pgg. 15 Taf.

Haswell, B. A. 1885. The marine annelides of the order Serpulea. Some observations on their anatomy, with the characteristics of the Australian species. In: Proc. Linn. Soc. N.-S.-Wales. Vol. 9. p. 649—675. T. 36—37.

Huxley, Th. H. 1855. On a hermaphrodite and fissiparous species of tubicular annelid. In: N. Phil. Journ. Vol. 7. Edinburgh. p. 113.

Digitized by Google

Keferstein, W. 1862. Untersuchungen über niedere Seethiere. In: Zeit. Wiss. Z. 12. Bd. p. 1—147. T. 13—16.

Kükenthal, W. 1885. Über die lymphoiden Zellen der Anneliden. In: Jena. Zeit. Naturw. 18. Bd. p. 319—364. T. 10—11.

Lang, A. 1884. Die Polycladen. XI. Monographie der »Fauna und Flora des Golfes von Neapel«. 688 pgg. 39 Taf.

Langerhans, P. 1884. Die Wurmfauna von Madeira. IV. In: Zeit. Wiss. Z. 40. Bd. p. 247—285. T. 15—17.

Lankester, E. Ray. 1877. Notes on the embryology and classification of the animal kingdom: comprising a revision of speculations relative to the origin and significance of the germ-layers. In: Q. Journ. Micr. Sc. (2.) Vol. 17. p. 399—454. T. 25.

Leuckart, R. 1854. Ber. Leistungen Naturg. nied. Thiere 1848—1853. In: Arch. Naturg. 20. Jahrg. 2. Bd. p. 289—473.

Leydig, F. 1851. Anatomische Bemerkungen über *Carinaria*, *Firola* und *Amphicora*. In: Zeit. Wiss. Z. 3. Bd. p. 325—332. T. 9 Fig. 4—7.

Malmgren, A. J. 1865. Nordiska Hafs-Annulater. In: Öfv. Vet. Akad. Förh. Stockholm. No. 1. p. 51—110. T. 8—15 und No. 2. p. 181—410. T. 18—29.

Marenzeller, E. v. 1884. Zur Kenntnis der adriatischen Anneliden. Dritter Beitrag. [Terebellen (*Amphitritea* Mgrn.)] In: Sitz. Ber. Akad. Wien. 89. Bd. p. 151—215. T. 1—2.

Marion et Bobretzky. 1875. Études des annélides du golfe de Marseille. In: Bibl. H. Études. Sc. Nat. Tome 13. Art. No. 3. 106 pg. 12 Taf.

Milne-Edwards, H. 1838. Recherches pour servir à l'histoire de la circulation du sang chez les annélides. In: Ann. Sc. N. (2.) Tome 10. p. 193—221. T. 10—13.

Quatrefages. 1848. Études sur les types inférieurs de l'embranchement des annélides. — Mémoire sur la famille des Hermelliens (*Hermellea* Nob.). In: Ann. Sc. N. (3.) Tome 10. p. 1—58. T. 2.

—— 1865. Histoire naturelle des annélides. Paris.

Salensky, W. 1883. Étude sur le développement des annélides. Première partie. 3—5. In: Arch. Biol. Tome 4. p. 143—264. T. 4—9.

Schmarda, L. K. 1861. Neue wirbellose Thiere. Zweite Hälfte. Leipzig.

Schmidt, E. O. 1848. Neue Beiträge zur Naturgeschichte der Würmer, gesammelt auf einer Reise nach den Farör im Frühjahr 1848. Jena.

Stossich, M. 1878. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Chaetopoden. In: Sitz. Ber. Akad. Wien. 77. Bd. 1. Abth. 12 p. 2 Taf.

Williams, T. 1857. Researches on the structure and homology of the reproductive organs of the annelids. In: Phil. Trans. Vol. 148. p. 93—144. T. 6—8.

Wirén, A. 1885. Om circulations- och digestions-organen hos annelider af familjerna Amphiaretidae, Terebellidae och Amphictenidae. In: Svenska Akad. Handl. 21. Bd. No. 7. 58 pgg. 6 Taf.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen.

Au = Auge.
B = Bauchmark.
B.B = Borstenbündel.
B.dr = Bauchdrüse.
b.g = Bindegewebe.
B.Sd = Bauchschild.
Ci = Parapodialcirrus.
D = Dissepiment.
D' = Nierenkammerseptum.
D'' = Darmkammerseptum.
Da = Diaphragma (Terebelloiden).
Da.S = Diaphragmasack.
Da.S' = - neuraler.
Da.S'' = - hämaler.
E.D = Enddarm.
e.z = Endzelle eines larvalen Nephridiums.
G = Gehirn.
G.dr = Genitaldrüse.
H.D = Hinterdarm.
H.dr = Hakendrüse.
H.fl = Hakenflösschen.
H.k = Herzkörper.
h.m = hämale Längsmusculatur.
h.Mr = hämales Darmmesenterium.
h.Mr.m = obere Mesenterialmuskeln.
h.P = hämales Parapodium.
h.T = hämaler Kopftentakel (präoral).
H.W = Hakenwulst.
hy = Hypodermis.
Ki = Rückenkieme.
*Ki*I–III = die typischen drei Paar Terebelloidenkiemen.
Ki.a = Kiemenarterie.
Ki.v = Kiemenvene.
kno = knorpelartiges Gewebe.
l.Kr = lateraler Kragenlappen.
l.L = Seitenlippen des Mundes.
l.m = lateraler Längsmuskel.
L.N = provisorisches oder Larvennephridium.
L.N.A.C = Ausmündungscanal eines solchen.
L.N.P = äußere Mündung desselben.
L.N.S = larvaler Nephridialschlauch.
l.z = Lymphkörperchen oder lymphoide Zelle.
m = Muskel.
M.D = Mitteldarm.
N = definitives Nephridium.
*N*I... = ein vorderes, rein excretorisches Organ.
*N*2... = ein hinteres Organ, welches zugleich als Genitalschlauch dient.
N.A.C = Ausmündungscanal.
*N*I*A.G* = medianer Ausführungsgang (Serpulaceen, Hermellen).
N.a.S = centrifugaler oder Außenschenkel eines schleifenförmigen Nephridialschlauches.
N.F = Nackenfalte.
N.G = hinterer Nephridialgang (*Lanice*).
N.G' = vorderer Nephridialgang (*Lanice*).
n.h.m = neuro-hämaler Muskel.
N.i.S = centripetaler oder Innenschenkel.
n Kr = neuraler Kragenlappen.
n.m = neurale Längsmusculatur.
n.Mr = neurales Darmmesenterium.
n.Mr.m = untere Mesenterialmuskeln.
N.P = Nephridialporus, äußere Mündung.
N.S = Nephridialschlauch u. dessen Anlage.
N.Sd = Nackenschild.
n.T = neuraler Tentakel (präoral).
Nv = Nerv.
Nv.a = vorderer Bauchstrangsnerv eines Zonites.

Digitized by Google

Nv.p = hinterer Bauchstrangsnerv eines Zonites.
Nv.T = Tentakelnerv (präoral).
O = Mund.
Oe = Ösophagus.
o.L = Oberlippe des Mundes.
Ot = Gehörbläschen.
ov = Ei.
Pa = Paleen.
P.dr = Peritonealdrüse, Lymphkörperdrüse.
(P.dr) = fragliche Lymphkörperdrüse.
P.dr.a = arterielle,
P.dr.v = venöse Peritonealdrüse, bezügl. an einer *Ki.a* od. *Ki.v* oder dem entsprechenden Abschnitt eines distalen Ringgefäßes.
Ph = Pharynx.
P.M = Peritonealmembran, Peritoneum.
Q.C = Quercommissur des *B.*
q.m = transversale Muskelplatten.
r.m = Ringmusculatur.
S.C = Schlundcommissur.
S.F = Seitenfalte.
S.I = Darmsinus.
S.L = Seitenlinie.
S.O = Sinnesorgan.
S.S = Schlundsack.
T = Kopftentakel (präoral).
Th.M = Thoraxmembran (Serpuliden i. e. S.).
Tr. = Trichter od. innere Mündung eines Nephridiums und dessen Anlage.
Tr.C = Trichtercanal.
Tr.M = Trichtermembran, medianer, nicht bewimperter Theil der oberen Trichterlippe (Terebelloiden).
Tr.o.L = Oberlippe eines Trichters und deren Anlage.
Tr.R = Trichterrinne.
Tr.u.L = Unterlippe eines Trichters und deren Anlage.
u.L = Unterlippe des Mundes.
V.br. = transversales Verbindungsgefäß zwischen *V.d* u. *V.l.*
V.c = distales Ringgefäß.
V.c' = unteres Bogenstück eines solchen.
V.c'' = oberes Bogenstück eines solchen.
V.c.i = proximales od. Darmringgefäß.
V.c.o = Schlundringgefäß.
V.d = Rückengefäß.
V.D = Vorderdarm.
V.h.T = Gefäß des hämalen Kopftentakels (präoral).
V.l = Seitengefäß.
V.l.Kr = Gefäß des seitlichen Kragenlappens.
V.m = metamere Gefäße der Thoraxmembran (*Psygmobranchus*).
V.n.Kr = Gefäß des neuralen Kragenlappens.
V.p = Parapodialgefäß und dessen Anlage.
V.s.oe = oberes Ösophagealgefäß.
V.sub.i = unteres Darmgefäß.
V.sub.oe = unteres Ösophagealgefäß.
V.T = Tentakelgefäß (präoral).
V.v = Bauchgefäß.
W.O = Wimperorgan.

Die römischen Ziffern (I, V, X...) neben den Abbildungen bezeichnen die Segmente, wobei unter I stets das ganze Kopfmundsegment zu verstehen ist.

Tafel 22.

Die Fig. 1—3 stellen Präparate von Terebelloiden vor, welche dicht neben der Mittellinie des Rückens der Länge nach aufgeschnitten und so ausgebreitet wurden, dass der ganze Verdauungscanal auf die rechte Seite zu liegen kam; Fig. 4—7 sind Theile ähnlicher Präparate, an denen die Quermuskeln und die inneren Partien der hämalen Parapodien entfernt sind.

Digitized by Google

Fig. 1. Übersichtsbild der inneren Organe des Vorderkörpers von *Lanice conchilega*. Links sind die transversalen Muskelbänder und die Borstensäcke nebst ihrer speciellen Musculatur weggeschnitten, um die Anordnung des Nephridialsystems auf dieser Seite deutlicher zu zeigen. — Vergrößerung 6/1.

- 2. Ein ähnliches Bild von *Amphitrite rubra*; hier sind nur in einigen weiter nach hinten gelegenen Segmenten die Quermuskeln behufs Veranschaulichung der Nierenkammersepten median abgetrennt und nach links zurückgeschlagen. — Vergr. 5/1.
- 3. Die vordere Körperhälfte von *Melinna palmata*. Die ganze Quermusculatur ist entfernt. — Vergr. 12/1.
- 4. Das vordere und der Anfang des hinteren Nephridialsystems der linken Seite von *Lanice conchilega*. — Vergr. 10/1.
- 5. Die beiden letzten hinteren Nephridien und ein Stück des entsprechenden Nephridialganges der rechten Seite von *Lanice conchilega*. $N.^{6}S$ ist nach vorn übergelegt, um die Einmündung des Außenschenkels dieses Organes in den Gang und das ganze folgende besser hervortreten zu lassen. — Vergr. 9/1.
- 6. Die drei vorderen und zwei hintere Nephridien der linken Seite von *Amphitrite rubra*. Der $N.^{II}S$ bedeckt den Tr^{I}. Die Oberlippe des Tr^{4} ist von ihrer medianen Anheftungsstelle losgelöst und nach hinten zurückgeschlagen, wodurch die Trichteröffnung sichtbar wird. — Vergrößerung 10/1.
- 7. Drei hintere Nephridien von einem etwas größeren Exemplare derselben Species. — Vergr. 9/1.

Die Fig. 8—16. Habitusbilder der vorderen Körperpartie von den im einzelnen Falle bezeichneten Würmern.

Fig. 8. *Amphitrite rubra*. — Profil: Kopftentakel und Kiemen sind abgeschnitten. — Etwas größer als 1|1.

- 9. *Psygmobranchus protensus*. — Hämal. Die Thoracalmembran ist ausgebreitet. — Vergr. 6/1.
- 10. *Serpula crater*. — Eben so. — Vergr. 3,5/1.
- 11. *Spirographis Spallanzanii*. — Hämal. — Vergr. 1,5/1.
- 12. - - — Profil. — Vergr. 1,5/1.
- 13. *Myxicola infundibulum*. — Hämal. — Vergr. 3/1.
- 14. - - — Profil. — Vergr. 3/1.
- 15. *Sabellaria alveolata*. — Profil. — Vergr. 6/1.
- 16. - - — Neural. — Vergr. 6/1.

Tafel 23 und 24.

Alle Figuren dieser beiden Tafeln sind halb schematische Organisationsbilder. Die äußeren Umrisse sind überall von conservirten Thieren abgezeichnet und in diese die inneren Organe zum Theil nach aufgehellten Totopräparaten, zum Theil nach Reconstruction von Schnittserien eingetragen.

Tafel 23.

Fig. 1. *Amphitrite rubra*. — Profil.
- 2. *Melinna palmata*. — Profil.
- 3. *Lanice conchilega*. — Profil.

Digitized by Google

Fig. 4. *Chaetozone setosa.* — Profil.
- 5. - - — Neural.
- 6. - - — Kopf mit Gehirn, Sinnesorganen und -gefäßen. — Profil.
- 7. Dasselbe. — Hämal.
- 8. Dasselbe. — Neural.
- 9. *Spirographis Spallanzanii.* — Profil.
- 10. *Myxicola infundibulum.* — Profil.
- 11. *Psygmobranchus protensus.* — Profil.

Tafel 24.

Fig. 1. *Psygmobranchus protensus.* — Hämal.
- 2. - - — Neural.
- 3. - - — Gehirn. — Hämal.
- 4. - - — Gehirn. — Profil.
- 5. - - — Nervensystem. — Profil.
- 6. *Myxicola infundibulum.* — Nervensystem. — Neural.
- 7. *Sabellaria alveolata.* — Profil.
- 8. - - — Hämal.
- 9. - - — Neural.
- 10. - - — Gehirn. — Hämal.
- 11—13. - - — Verschiedene Theile des Nervensystems. — Profil.
- 14. *Amphiglene mediterranea.* — Profil.
- 15. - - — Hämal.
- 16. - - — Neural.

Tafel 25 und 26

enthalten topographische Schnittbilder, die alle mit Hilfe des ABBE'schen Zeichenapparates entworfen sind.

Tafel 25.

Fig. 1—13. *Amphitrite rubra.* — Die Fig. 1—4 sind einer Serie von verticalen Längsschnitten entnommen, und die Fig. 5—13 entstammen einer continuirlichen Querschnittserie. Vergr. 20/1.
- 14—24. *Lanice conchilega.* — Fig. 14—22 aus einer Serie von Querschnitten. Vergr. 60/1. — Fig. 23 ist ein zur Sagittalebene schief geführter Längsschnitt. Vergr. 40/1. — Fig. 24 ein Horizontalschnitt. Vergrößerung 60/1.
- 25—35. *Melinna palmata.* — Die Fig. 25—32 gehören einer Querschnittserie, die Fig. 33—35 einer Serie von verticalen Längsschnitten an. Vergr. 55/1.

Tafel 26.

Fig. 1—6. *Chaetozone setosa.* — Aus einer Querschnittserie. Fig. 1—4. Vergr. 100/1. Fig. 5, 6. Vergr. 50/1.
- 7—15. *Psygmobranchus protensus.* — Fig. 7 ein Sagittalschnitt, Fig. 8 einer der nächstfolgenden Schnitte aus der nämlichen Serie, Fig. 9 ein Horizontalschnitt, Fig. 10—14 aus einer Querschnittserie, Fig. 15 ein Horizontalschnitt. Vergr. 60/1.

Digitized by Google

Fig. 16, 17. *Spirographis Spallanzanii.* — Aus einer Querschnittserie. Vergr. 60/1.
- 18—21. *Myxicola infundibulum.* — Aus einer Querschnittserie. Vergr. 30/1.
- 22—24. *Sabellaria alveolata.* — Aus einer Querschnittserie. Vergr. 20/1.

Die Fig. 25—28 sind schematisirte Diagramme.
- 25. *Chaetozone setosa.* — Links: auf dem Niveau der contractilen, oberen Bogengefäße; rechts: vom Anfange der Genitalregion.
- 26. *Psygmobranchus protensus.* — Links: vom hinteren Theile der Thoracalregion; rechts: aus der Mitte des Abdomens.
- 27. *Psygmobranchus protensus.* — Hintere Gegend des Kopfmundsegmentes.
- 28. *Sabellaria alveolata.* — Links: vom hinteren Theile des Vorderkörpers; rechts: vom Anfang der Genitalregion.

Tafel 27.

Einige Abbildungen auf dieser Tafel sind nach dem lebenden Objecte aus freier Hand gezeichnet worden; da ich keine mikrometrischen Messungen gemacht habe, so ist es mir nicht gut möglich, die genaue Vergrößerung derselben anzugeben. Die meisten übrigen Figuren aber habe ich vermittelst des OBERHÄUSER'schen Prismas skizzirt; mit dem ABBE'schen Spiegel sind nur die drei letzten hergestellt.

Fig. 1—8. *Nereis cultrifera.*

Fig. 1. Organisationsbild eines sehr jungen Exemplares.
- 2, 3. Zwei larvale Nephridien nach dem Leben.
- 4. Die linke Hälfte der vordersten Körperringe eines noch jüngeren Individuums als Fig. 1.
- 5. Definitives Nephridium eines lebenden, etwas älteren Thieres.
- 6. Die innere Mündung desselben.
- 7. Querschnitt durch einen Nephridialtrichter und seine Umgebung von einem erwachsenen Thiere. Vergr. 275/1.
- 8. Querschnitt durch den drüsigen Theil eines definitiven Nephridiums und seine nächste Umgebung von demselben Exemplare. Vergr. 300/1.

Fig. 9—10. *Dinophilus gyrociliatus.*

- 9. Organisationsbild eines Weibchens. Vergr. 200/1.
- 10. Ein Nephridium desselben im frischen Zustande.

Fig. 11—27. *Polymnia nebulosa.*

In den Fig. 11—25 ist die ontogenetische Entwicklung des Nephridialsystems dargestellt. Davon ist Fig. 11 nach einer abgetödteten Larve, die Fig. 12, 13, 17 nach dem Leben und die übrigen nach Präparaten gezeichnet, zu deren Herstellung in toto conservirte, gefärbte und aufgehellte Thiere der Länge nach horizontal gespalten und ausgebreitet wurden.

Fig. 11. Organisationsbild einer verhältnismäßig jungen Larve. [III.]
- 12. Die Kopfniere einer solchen. Vergr. 580/1.
- 13. Kopfniere in Degeneration. Vergr. 580/1.
- 14—20. Entwicklung der vorderen Nephridien. — Fig. 14—16. Vergr. 275/1. Fig. 17, 18. Vergr. 200/1. Fig. 19, 20. Vergr. 300/1.
- 21—25. Entwicklung der hinteren Nephridien. — Fig. 21—24. Vergr. 300/1. Fig. 25. Vergr. 140/1.
- 26. Querschnitt durch einen ausgebildeten, vorderen Trichter und seine Umgebung. Vergr. 350/1.

Digitized by Google

Fig. 27. Theil eines Querschnittes von einem vorderen Nephridialschlauche desselben Thieres. Vergr. 350/1.

- 28. *Lanice conchilega.* Querschnitt durch den hinteren Nephridialgang und seine Umgebung in der Nähe eines Ausmündungscanales. Vergr. 350/1.

In den sechs Tafeln sind verschiedene Figuren zur Darstellung gekommen, die im Texte bisher nicht gebraucht worden sind, da sie eigentlich zu denjenigen Abschnitten meiner Arbeit gehören, welche demnächst erscheinen werden. Seine Ursache hat dieses darin, dass ich ursprünglich eine größere Anzahl von Studien zusammen zu veröffentlichen beabsichtigt und danach die Tafeln eingerichtet hatte. Aus unvorhergesehenen, zum Theil nicht von mir abhängigen Gründen musste ich nun den vorliegenden Text im obigen Umfange drucken lassen und die inzwischen nach dem früheren Plane schon ausgeführten Abbildungen dazu verwenden. Gewiss hat dieser Umstand unverkennbare Unbequemlichkeiten zur Folge, die jedoch leider nicht mehr umgangen werden können.

Digitized by Google

Methode zur Verfertigung längerer Schnittserien mit Celloidin.

Von

Dr. István Apáthy

aus Budapest.

Seit Jahren beschäftige ich mich damit, eine Methode auszuprobiren, nach welcher in Celloidin eingebettete Objecte ohne besondere Mühe und Zeitverlust auch in größere Serien von Schnitten zerlegt werden könnten. Es handelt sich hier hauptsächlich um Objecte von geringem Durchmesser und bedeutender Länge (z. B. Würmer), von welchen vollständige Querschnittserien verfertigt werden sollen. Bisher bediente man sich zu diesem Zweck so zu sagen ausschließlich der Paraffinmethode. Was man von Celloidinmethoden kannte, war allerdings dazu geeignet, größere Schnitte, bei welchen es nicht auf besondere Feinheit ankam, in Reihen zu ordnen, und leistete daher auch das Seine beim Studium des Gehirnes etc., noch mehr aber für topographische Arbeiten; allein vor der Mühe, ein mehrere Centimeter langes Object in eine Serie von 5—10 μ dicke Schnitte zu zerlegen, schrak Jedermann zurück, und die Schwierigkeiten erschienen, je kleiner die Schnittfläche war, um so größer.

Und doch hat das Celloidin, namentlich für die Histologie, manche unschätzbaren Vortheile, welche das Paraffin schon wegen der Natur des Einbettungsverfahrens unmöglich erreichen kann. Bei geeigneter Conservirung und Färbung zeigen Celloidinschnitte Einzelheiten in der Structur, und zwar in erster Linie von Bindegewebe und Intercellularsubstanz, die selbst bei der sorgfältigsten Paraffineinbettung vollkommen verborgen bleiben. Allerdings hören wir von manchen

Digitized by Google

Morphologen, es komme ihnen darauf nicht an, und sie haben gewiss Recht, indem sie solche Feinheiten nicht beschreiben; es ist aber immerhin besser, über etwas zu schweigen, was man gesehen hat, als über das, was man nicht gesehen hat, und nicht genöthigt zu sein, anstatt Epithel eine Schicht Kerne ohne Zellgrenzen, wie es nur zu oft auch an nicht schematischen Abbildungen geschieht, zu zeichnen. Andererseits macht das Überwiegen gewisser Gewebselemente in dem Object, z. B. eine größere Menge dicht gelagerter Muskeln, oder das Vorhandensein von viel Dotterkörnchen das Schneiden in Paraffin beinahe unmöglich; wogegen dies in Celloidin gar nicht beeinträchtigend wirkt.

Das Alles ist, glaube ich, genügender Grund, um in vielen Fällen anstatt zum Paraffin zum Celloidin zu greifen und, wenn das Verfertigen von Celloidinserien nicht allzu große Schwierigkeiten in den Weg legt, sich sogar für einen eventuell größeren Aufwand an Zeit durch die Resultate entschädigt zu finden. Ein größerer Aufwand an Zeit ist aber bei der zu beschreibenden Methode gar nicht nöthig; denn den Vortheil der größeren Schnelligkeit gewähren über die Celloidinserie nur die sog. Bandwurmschnitte, und es ist sehr fraglich, ob dieser Vortheil nicht durch die Nachtheile des quergestellten Messers ganz aufgehoben wird.

Die Schnitte, namentlich wenn sie klein waren, wurden bisher meistens einzeln mit der betreffenden Flüssigkeit (Alkohol oder Öl) auf den Objectträger gebracht, dort ausgebreitet und geordnet, wobei aber bei der Ausbreitung des zweiten Schnittes der erste immer in großer Gefahr war, weggeschwemmt zu werden; und so war es beinahe unmöglich, eine größere Anzahl kleiner Schnitte in Ordnung zu halten. Nach meiner Methode hingegen werden die Schnitte erst dann auf den Objectträger gebracht, wenn sie schon fertig geordnet sind, indem sie einfach wie eine Matrize von einem Streifen Pauspapier auf das Glas abgezogen werden. Das überflüssige Öl wird mittelst Löschpapier abgetrocknet und die Adhäsion genügt, die Schnitte beim Dazugeben des Balsams und Auflegen des Deckgläschens vollkommen unbewegt zu behalten. Die Schnitte bilden bei der Unlöslichkeit des Celloidins ganz homogene Lamellen, aus welcher, wenn das Einbetten gut war, keine einzige Zelle weggeschwemmt werden kann. Natürlich wird auch hier bei den ersten Versuchen ein Jeder gewiss auf manche kleine Schwierigkeiten stoßen; dem ist aber bei jeder Methode so, und nur Übung kann da helfen.

Ich verfahre also folgendermaßen. Das Object wird nach be-

Digitized by Google

liebiger Fixirung einfach in Alkohol gehärtet. Was das allmähliche Übertragen in absoluten Alkohol betrifft, so muss ich darauf aufmerksam machen, dass kein Object ohne größeren Nachtheil für histologische Feinheiten länger als 12 Stunden in schwächerem oder auch 50%igem Alkohol verweilen kann. Ja sogar 70%iger Alkohol fängt nach 24 Stunden an, in irgend einer Weise langsam macerirend zu wirken. Längere Zeit für histologische Zwecke aufbewahren kann man nur in 90—95%igem Alkohol, jedoch nicht in absolutem, welcher nach längerer Zeit auch nachtheilig wird. Sind die Objecte dagegen schon in Celloidin eingebettet, so können sie in 80%igem Alkohol Jahre lang vollkommen unverändert verbleiben.

Die Färbung geschieht in toto, und zwar, wenn kein Theil des Objectes von irgend einer freien Oberfläche weiter als höchstens 2—3 mm entfernt ist, am besten mit Hämatoxylin und Chromsalz nach der Methode, welche vor einigen Jahren HEIDENHAIN[1] zuerst beschrieben hat, welche ich aber bereits ein Jahr vor seiner Mittheilung ausübte, allerdings in einer etwas verschiedenen Weise. Diese behalte ich auch heut zu Tage bei; denn ich fand HEIDENHAIN's Angaben, hauptsächlich was die Dauer der Einwirkung seiner Reagentien betrifft, in den meisten Fällen nicht zweckmäßig. Ein 8—10stündiges Verweilen der zu färbenden Stücke in Hämatoxylin macht sie zu dunkel und höchstens noch für äußerst dünne Schnitte brauchbar, und wenn sie 8—10 Stunden im doppelt- oder einfach chromsauren Kali liegen, so werden sie zu brüchig und ebenfalls undurchsichtig. Eine einstündige Einwirkung von $^1/_2$%igem Hämatoxylin, von welchem man möglichst viel nimmt, ist das Maximum: für kleinere Objecte genügen 10 Minuten. Das Kaliumsalz ($^1/_2$—1%) soll auch nie länger als eine Stunde einwirken, aber in reichlicher Menge benutzt und so lange erneuert werden, bis sich um das Object keine braune Wolke mehr bildet. Dann muss letzteres erst in Wasser und nachher in 70%igem Alkohol (dieser wird mehrmals erneuert) ausgewaschen und in Alkohol absolutus zurückgebracht werden, um darin vor der Einbettung nunmehr höchstens 12 Stunden zu verweilen. So erzielt man eine rein stahlgraue Färbung, welche durchsichtig genug ist, um die feinsten Einzelheiten des histologischen Bildes, die kleinsten Fasern, die weichsten Plasmacontouren etc. wie auf einer Zeichnung sogar an 20 μ dicken Schnitten hervortreten zu lassen.

---

[1] Arch. Mikr. Anat. 24. Bd. 1884. p. 468—470 und ebenda 27. Bd. 1886. p. 383.

Digitized by Google

Die Celloidinstücke mit dem Objekt, dessen Achsenrichtung in gutem Celloidin immer zu erkennen ist, werden zurecht geschnitten und in bekannter Weise auf Korke geklebt; man achte nur darauf, dass die Schnittfläche wo möglich keine unregelmäßige oder spitzwinkelige Form besitze; denn solche Schnitte breiten sich, hauptsächlich beim Einreißen der Ecken, auf dem Öle gelegentlich viel schwerer als rechtwinkelige aus. Das Messer wird der Schlittenbahn möglichst parallel gestellt und nach jedem 5.—10. Schnitte mit 95%igem Alkohol benetzt, welcher für Bergamottöl genügend entwässert und Celloidin noch nicht löst. Die Schnitte hebt man von dem Messer mit einem spitzigen Pinsel ab und bringt sie auf die Oberfläche von Bergamottöl (in einer flachen Glasdose über weißem Grunde), ohne auf ihr Zusammengerolltsein zu achten; denn ist das Öl gut, so schwimmt das Object darauf langsam herum, breitet sich dabei sofort vollkommen aus und hellt sich auch, ohne weißliche Trübungen zu bekommen, in einer Secunde gänzlich auf; erst nach einigen Minuten sinkt es langsam zu Boden.

Von allen zur Celloidintechnik empfohlenen Ölen ist Bergamottöl allein in jeder Hinsicht zweckmäßig; allenfalls kann man sich mit Origanumöl helfen, aber seine Einwirkung ist zu heftig, auch oxydirt es zu sehr und lässt die Färbung nicht selten (Anilinfärbungen immer) erbleichen. Das gute Bergamottöl ist rein grasgrün oder hat höchstens einen schwachen gelblichen Ton (gelbes Öl ist immer schlecht), riecht absolut nicht nach Terpentin, mengt sich mit 90%igem Alkohol noch ohne jegliche Trübung oder Ausscheidung von Wassertropfen an der Oberfläche; die kleine Wolke, welche an letzterer beim Daraufhauchen entsteht, muss in einer Minute spurlos verschwunden sein; Anilinfarben dürfen darin in 48 Stunden noch keine merkliche Bleichung erleiden, Celloidin darf absolut nicht erweichen; im Gegentheil, das durch starken Alkohol eventuell erweichte Celloidin der Schnitte muss in Bergamottöl eine größere Zähigkeit erlangen.

Man schneide vorher Pauspapier in Streifen, etwa so breit, wie der Objectträger, und wenigstens dreimal so lang wie das Deckglas. Die Form des letzteren wird auf das eine Ende des zurecht geschnittenen Streifens gezeichnet. Das Papier selbst muss vollkommen glatt, gut geölt und durchsichtig sein und mit einer gewissen Steife auch Biegsamkeit vereinigen. Der Streifen wird nämlich mit seinem freien Drittel möglichst horizontal in das Öl hinein gehalten, und zwar von dem Mittel- und Ringfinger von unten gestützt, von dem Daumen

Digitized by Google

und Zeigefinger von oben fixirt, wodurch ihm der Länge nach gleichzeitig auch eine kleine, nach oben gerichtete Concavität verliehen werden soll. So kann die frei hervorragende Papierfläche, auf welcher die Schnitte geordnet werden sollen, eine kleine Last, ohne sich umzubiegen, leicht tragen. Während nun die linke Hand den Papierstreifen über dem Spiegel des Öles hält, zieht die Rechte mit dem kleinen Finger den Schlitten des Mikrotoms und stellt auch die Mikrotomschraube immer weiter ein. Zwischen Ring- und Mittelfinger derselben Hand hält man, ihn mit dem Daumenballen stützend, einen feinen, elastischen Pinsel; zwischen Mittel-, Zeigefinger und Daumen eine Präparirnadel, welche sehr spitz, aber unbiegsam sein soll. Mit dem Pinsel wird der Schnitt vom Messer, wo er in dem reichlich vorhandenen 95%igen Alkohol liegt und schon während des Schneidens genügend entwässert wurde, abgehoben und auf das Öl gebracht. Hier verfolgt man mit dem Papierstreifen darunter seine Bewegung, bringt ihn in der Nähe der Stelle, wo er zu liegen kommen soll, mit Hilfe des Papieres zum Stillstand und zieht ihn mit der Nadel an einer Ecke des Celloidins aus dem Öl auf das Papier. Das Öl fließt ab und der Schnitt bleibt auf dem Papier liegen. So ordnet man die einzelnen Schnitte sogleich in Querreihen, welche immer 2—3 mm über dem Öl gehalten werden, um ein Wegschwimmen zu vermeiden. Das übrige Papier bleibt im Öl und wird nur in dem Maße, als es sich mit den Schnitten bedeckt, allmählich ganz aus dem Öl gehoben. — Ist so die erwünschte Zahl von Schnitten auf dem Papier in Ordnung gebracht, dann lässt man das Öl von dem langsam schiefer gerichteten Papier abfließen und streift noch die untere Fläche über Löschpapier ab, so dass die obere Fläche (welche die Schnitte trägt) von Öl eben noch benetzt bleibt. Nun wird das Papier herumgedreht, so dass die Schnitte nach unten schauen. In dieser Haltung wird der Streifen auf den vorher sorgfältig (am besten über einer Spiritusflamme) abgetrockneten Objectträger von seinem freien Rande an, welcher hier, mittelst einer Nadel festgehalten werden kann, allmählich niedergelassen. Dann wird er mit einer Präparirnadel angeglättet und mit Löschpapierstreifen unter schwachem Druck abgetrocknet. Nun muss das Pauspapier, durch welches man die ganze Serie deutlich sieht, behutsam abgelöst oder mittelst einer drehrunden Sonde abgerollt werden. Lagen die Schnitte dem Papier glatt an und waren sie in der richtigen Weise mit Öl eben nur noch benetzt, dann werden alle, ohne

Digitized by Google

aus ihrer Lage zu gerathen, auf dem Objectträger, wie ein Abziehbild, zurückbleiben. Sind aber in Folge unvorsichtigen Verfahrens einige Schnitte am Papier haften geblieben, so bringt man das Papier, nachdem man die daran noch befindlichen Schnitte mit Öl minimal befeuchtet hat, genau in seine frühere Lage auf dem Objectträger zurück, drückt es nochmals ein wenig an und löst es dann wieder ab; oder sind jene Schnitte schon ganz trocken geworden, so fasst man sie einzeln mit der Pincette, wie Paraffinschnitte, hebt sie vom Papier ab und bringt sie in die Lücken der Serie.

Sobald die Schnitte alle in Ordnung auf dem Objectträger sind, legt man einen feinen Löschpapierstreifen mit satinirter, ja nicht rauher Oberfläche, darauf und streift einige Mal mit dem Finger leise darüber hinweg, um das Öl gänzlich zu entfernen. Jetzt kann man den Tropfen Canadabalsam dazu geben und das Deckgläschen auflegen, ohne jegliche Gefahr, dass sich die Schnitte aus ihrer Lage fortbewegen werden. Völlige Entfernung des Öles leistet die Garantie dafür, dass auch die heikelsten Färbungen (Hämatoxylin oder Anilin) nie erblassen. Man darf aber auch die Schnitte nicht nahe dem Rande des Deckgläschens legen; denn jede Entfärbung beginnt am Rande und schreitet von da nach innen fort.

In der beschriebenen Weise ist es mir gelungen, 100 und noch mehr Schnitte unter Einem Deckgläschen in vollständiger Serie zu beherbergen, und zwar in nicht längerer Zeit, als die Paraffinmethode beansprucht. Hat man aber z. B. einen langen, dünnen Wurm in Querschnitte zu zerlegen, so kann man das Verfahren eben so wie in Paraffin noch beschleunigen. Es ist nämlich mit einem guten Messer leicht, 7—10 μ dicke, ja sogar manchmal noch dünnere Schnitte (bis 5 μ) in der Größe eines Quadratcentimeters zu verfertigen. Man bettet also zuerst den ganzen, sorgsam gestreckten Wurm in Celloidin ein, zerlegt ihn dann in mehrere kürzere Stücke und bettet diese in ihrer natürlichen Reihenfolge neben einander nochmals ein. So kann man mit Einem Zuge des Mikrotommessers 10—20 Querschnitte gewinnen und unter Berücksichtigung ihrer Reihenfolge auch ohne Schwierigkeiten studiren. Dasselbe Verfahren gilt natürlich für sehr kleine Objecte, z. B. Eier oder Embryonen, wo man die Achse so wie so nicht gerade stellen kann.

Da das Celloidin gleich dem Paraffin durch chitinige Hüllen. Cuticula, Cocons etc. nur schwer in die Tiefe dringt, so ist es, um auch hier darauf aufmerksam zu machen, angezeigt: 1) Anfangs

Digitized by Google

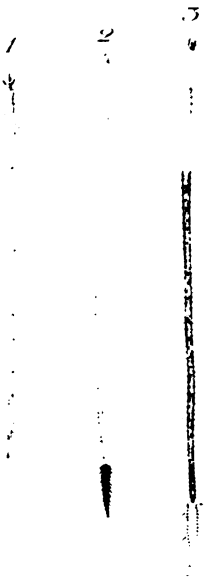
ziemlich dünne, leichtflüssige Lösungen zu benutzen und allmählich zur Concentration, welche die Einbettungsmasse selbst haben soll, überzugehen, wobei man, wenn es ohne Nachtheil für das Object geschehen kann, die Flüssigkeit oft umrührt; 2) zweimal einzubetten, und zwar das erste Mal nur um das Object schonender in Stücke schneiden oder etwa einen Cocon öffnen oder Eier etc. mit dem Mikrotom anschneiden zu können.

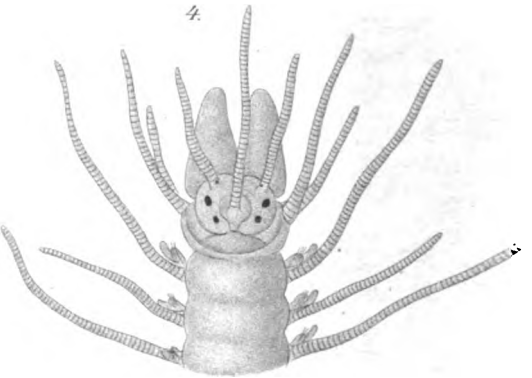
Neapel, im November 1887.

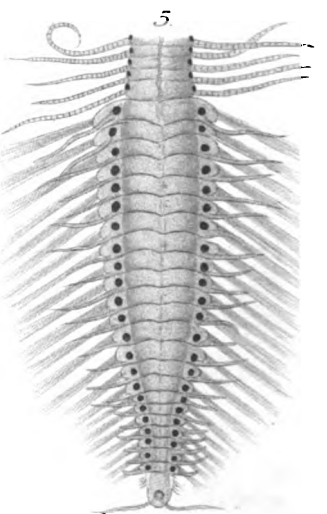
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

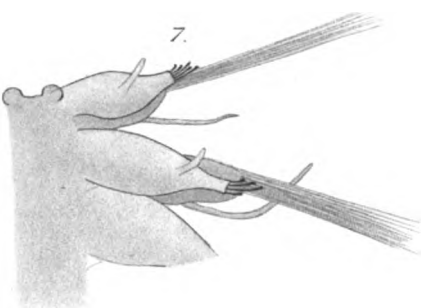
Digitized by Google

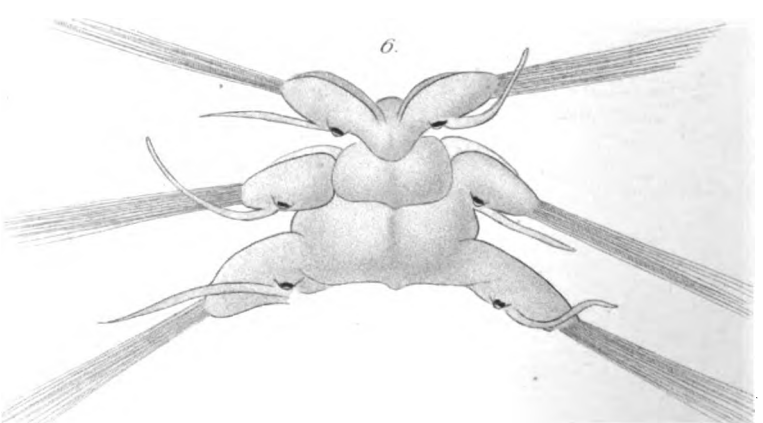
Digitized by Google





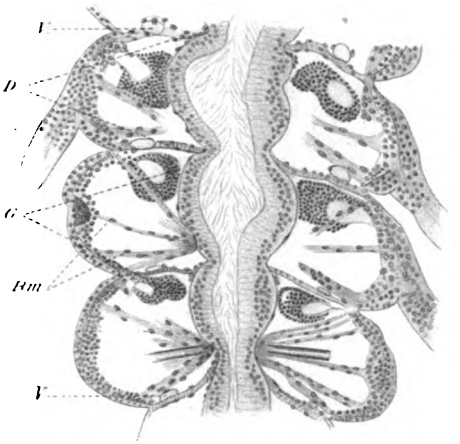




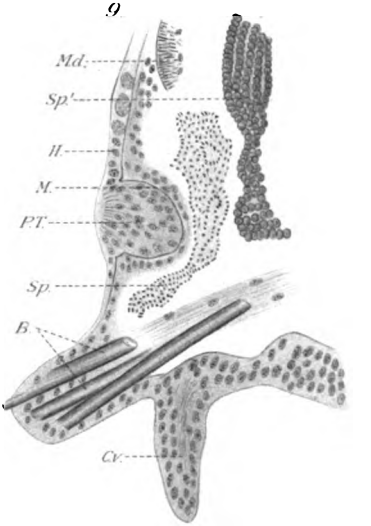


Digitized by Google

8.

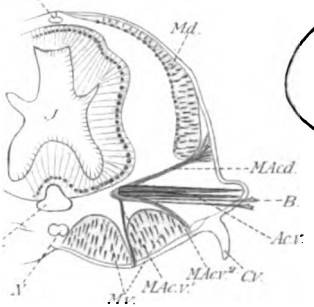


9.

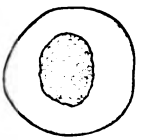


Vd

15.

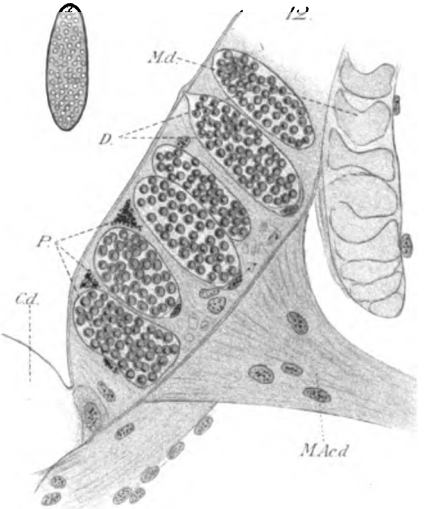


10.



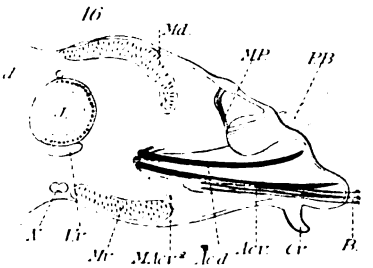
11.

12.



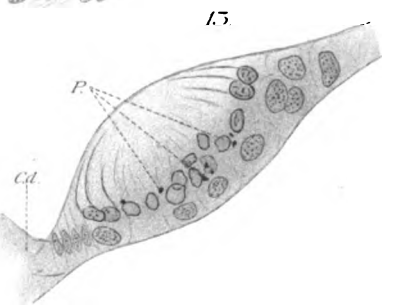
14.

16



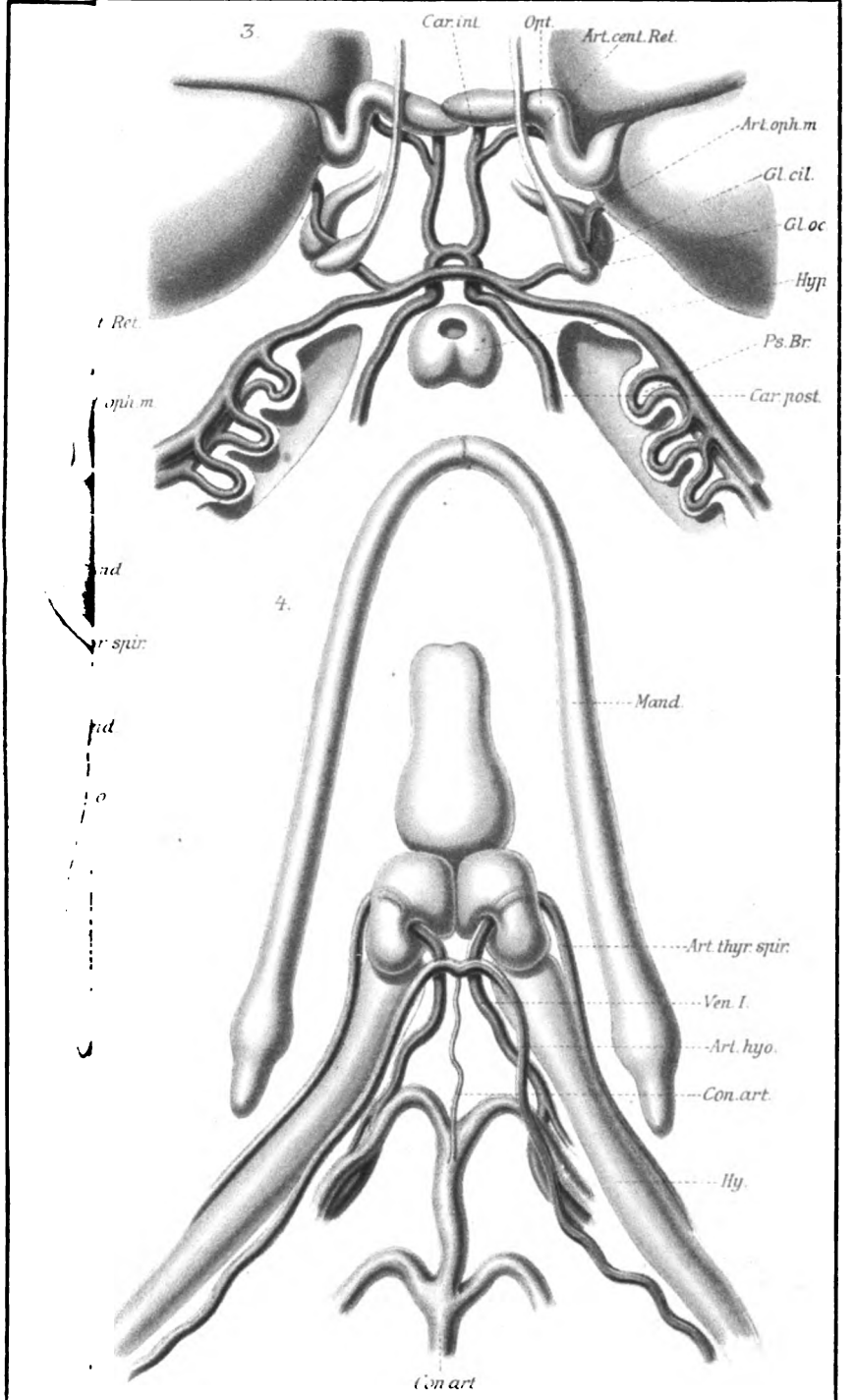
17.

15.



Digitized by Google

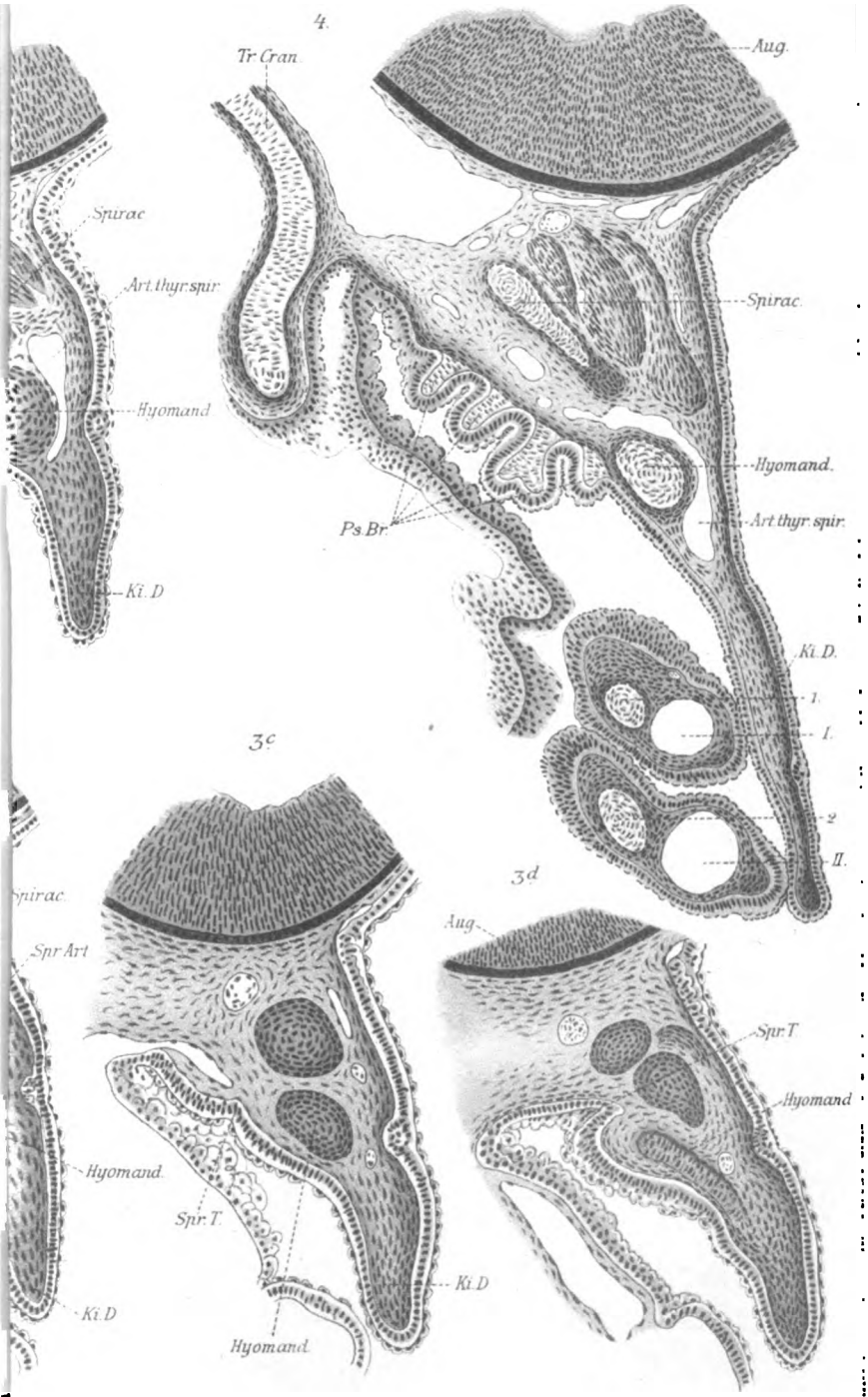
Digitized by Google



E. Meier

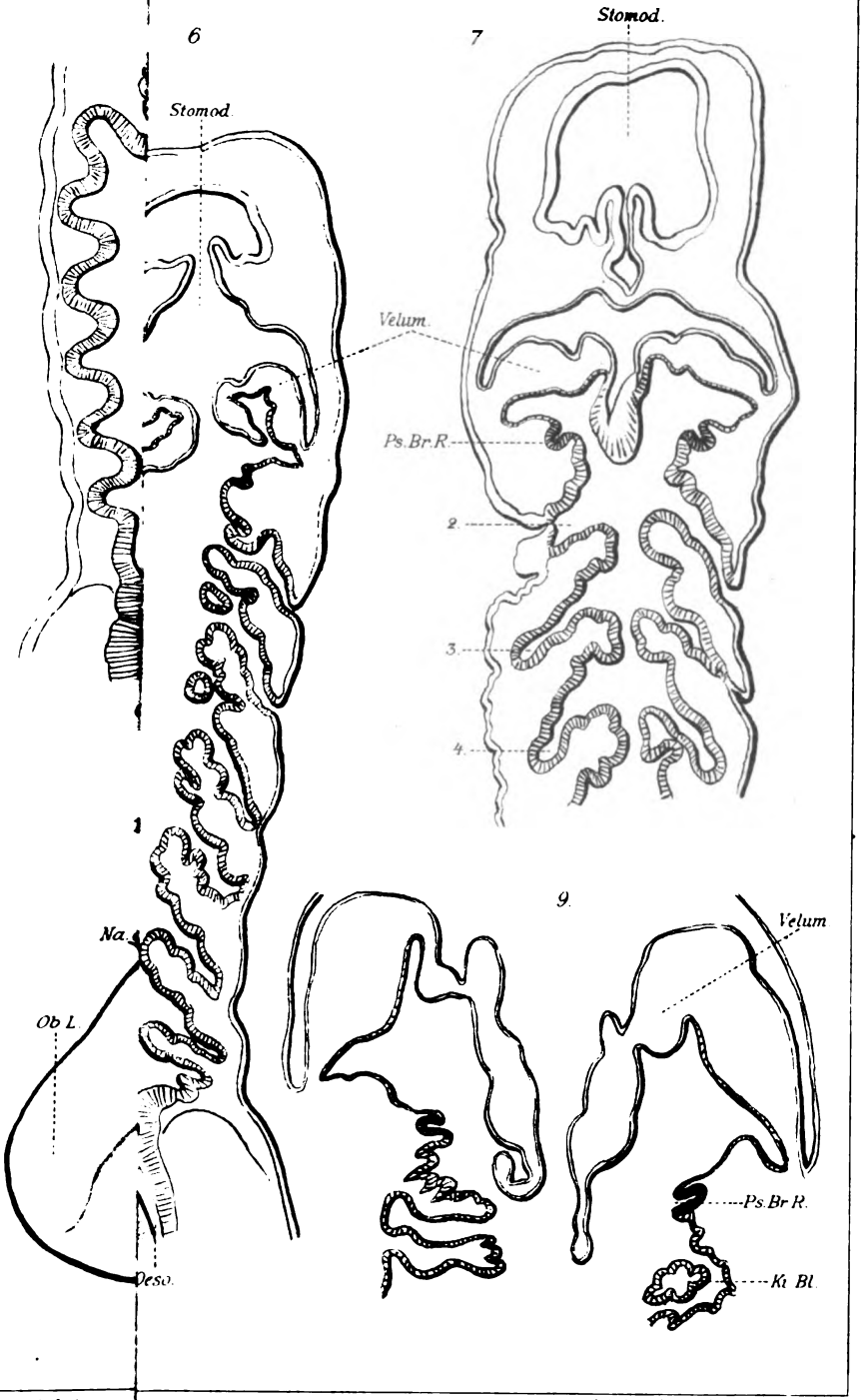
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

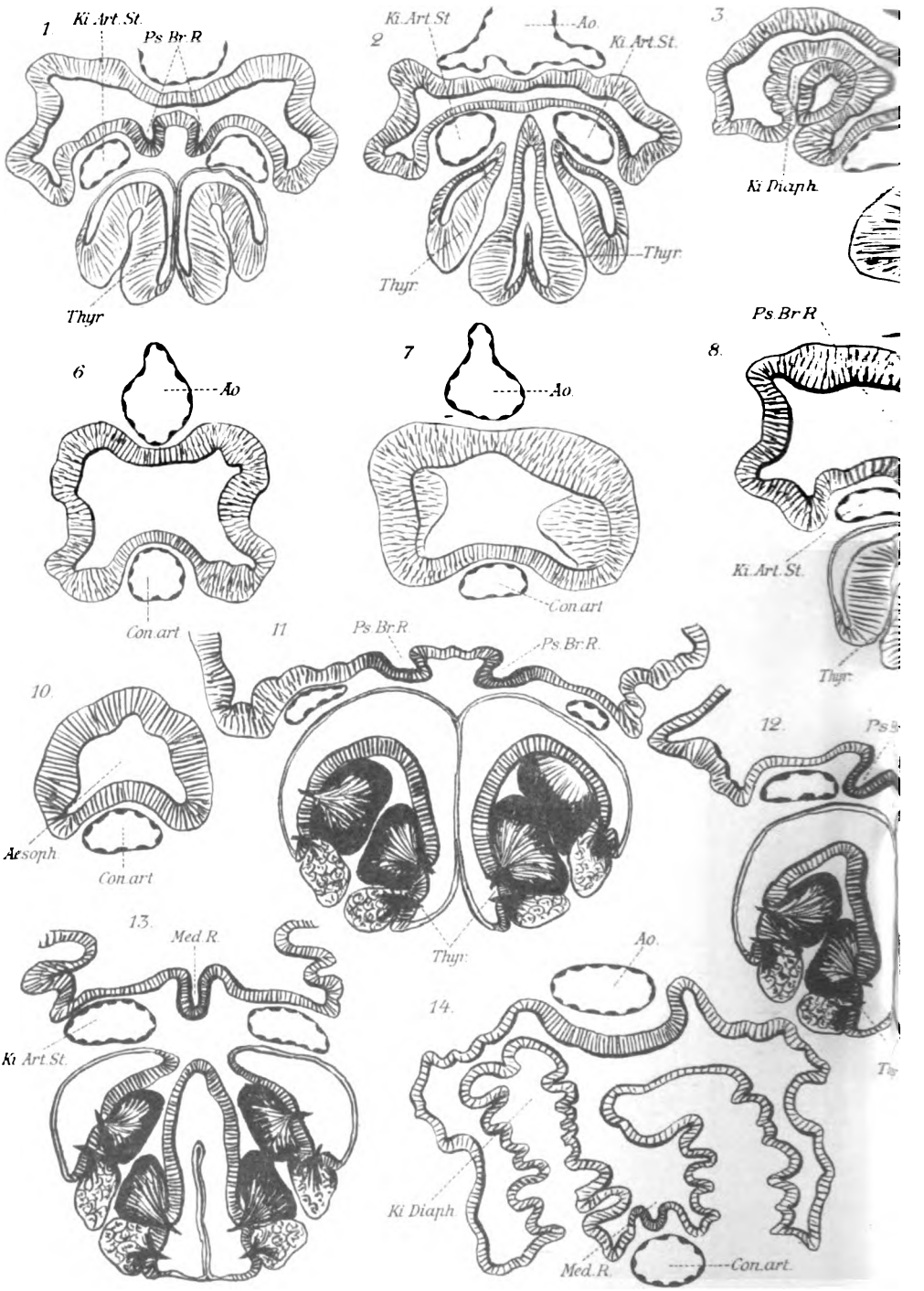
Digitized by Google



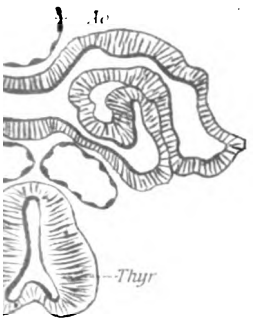
Digitized by Google

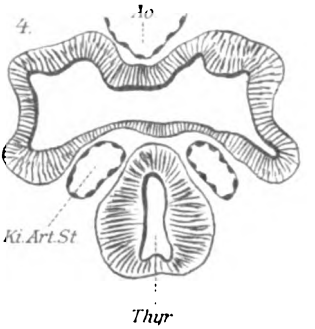
Digitized by Google

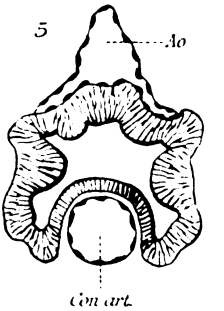
Digitized by Google

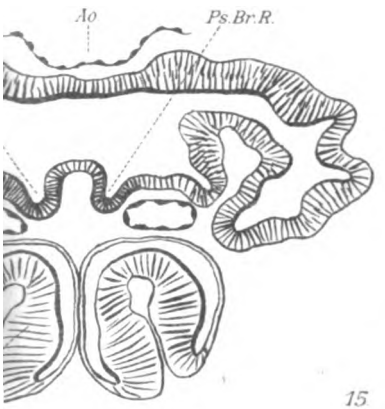


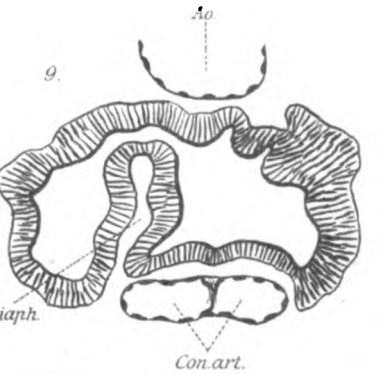
Digitized by Google

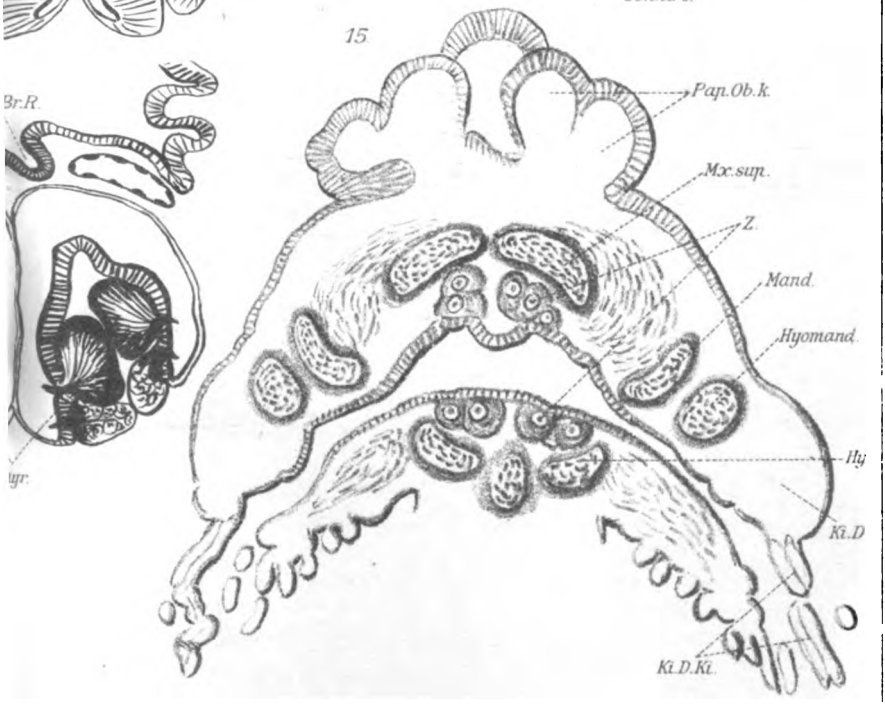




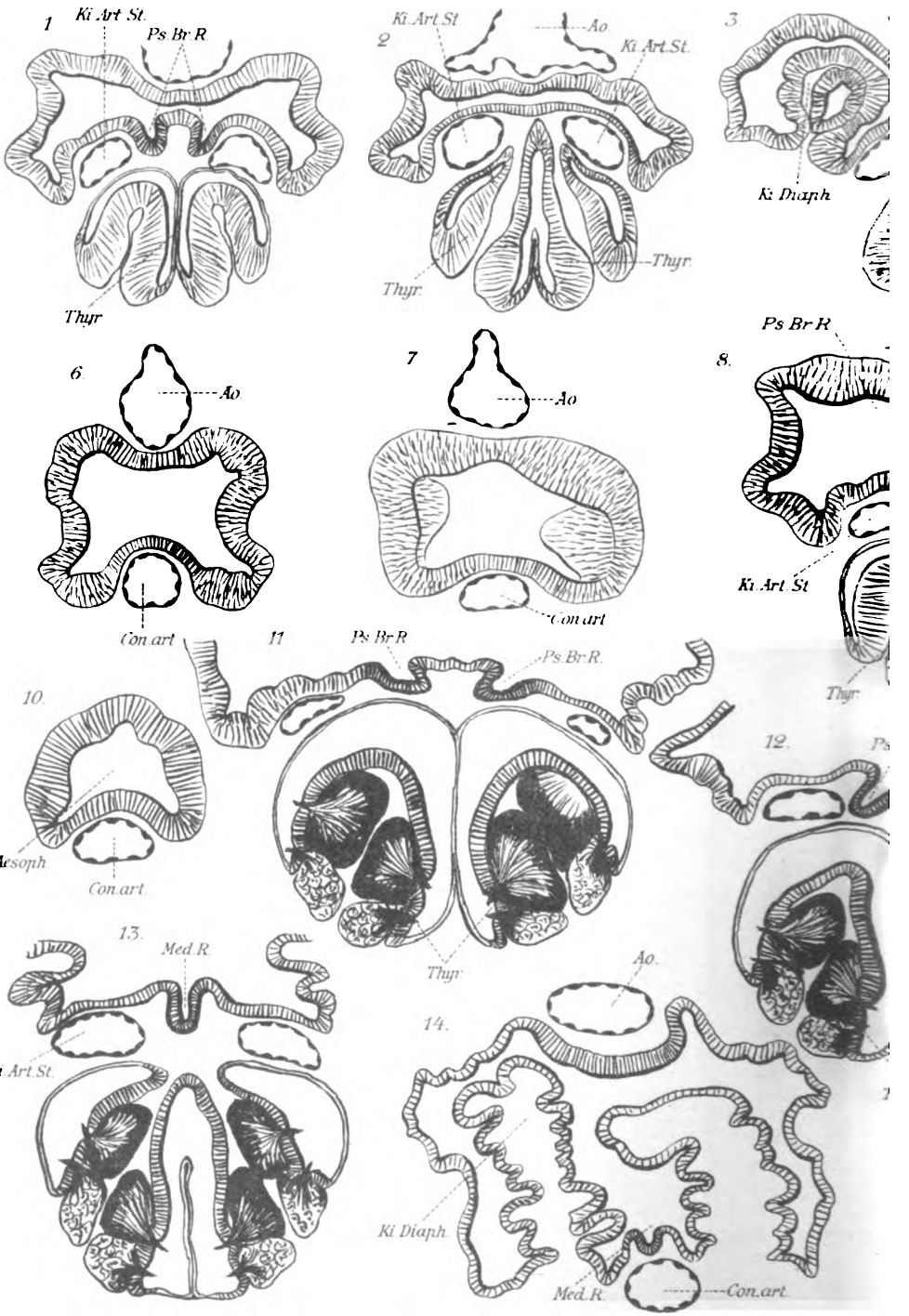




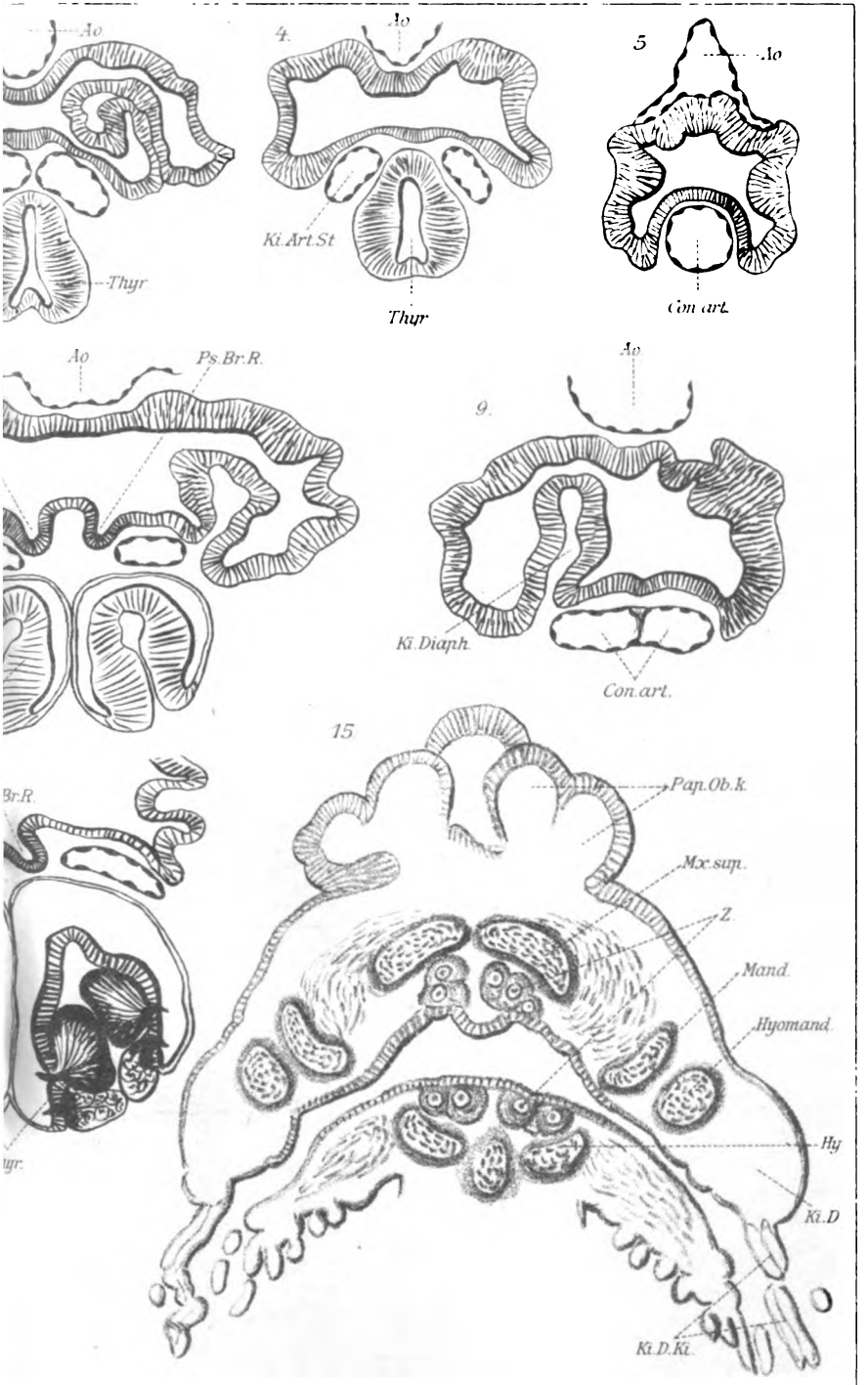




Digitized by Google

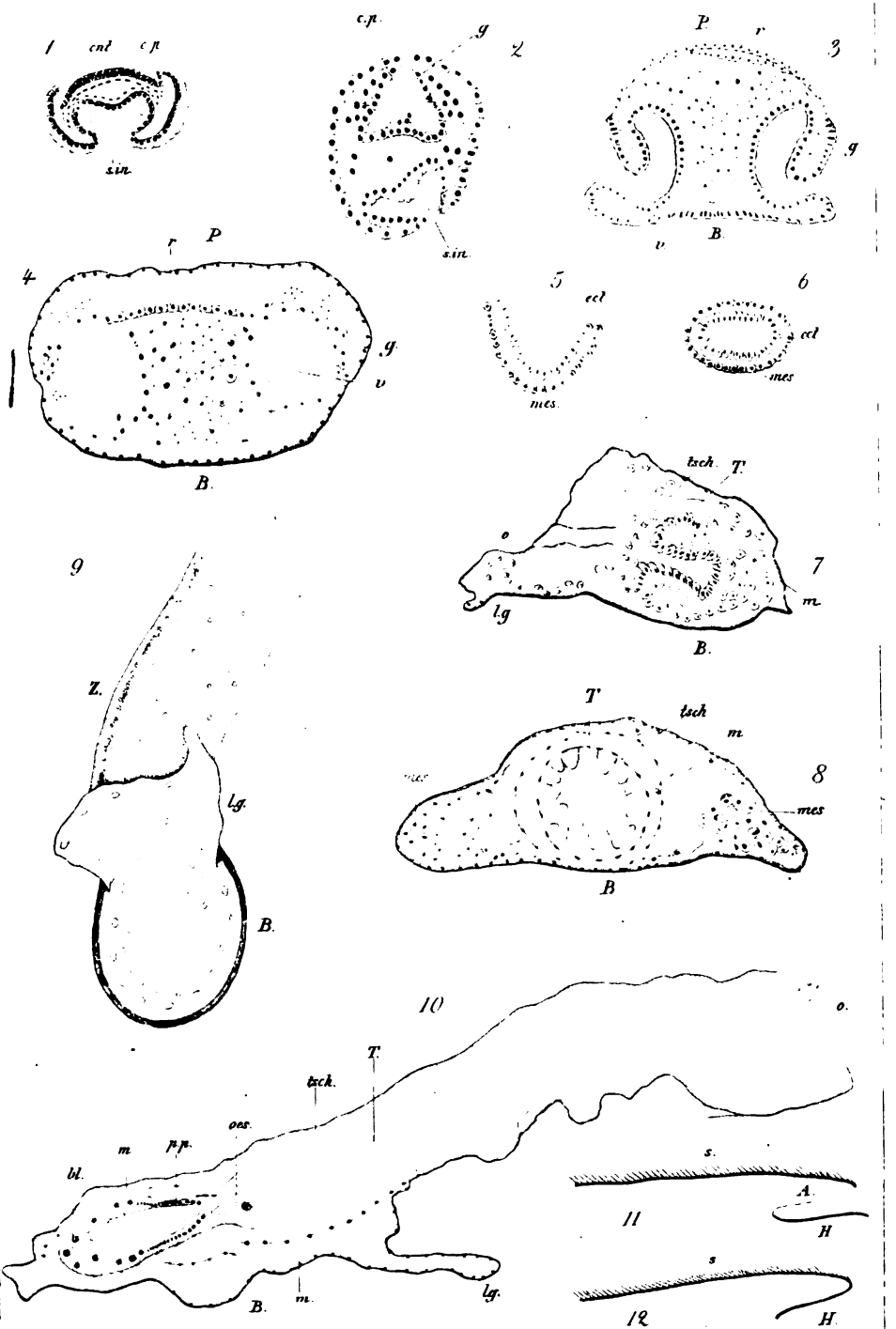


Digitized by Google



Digitized by Google

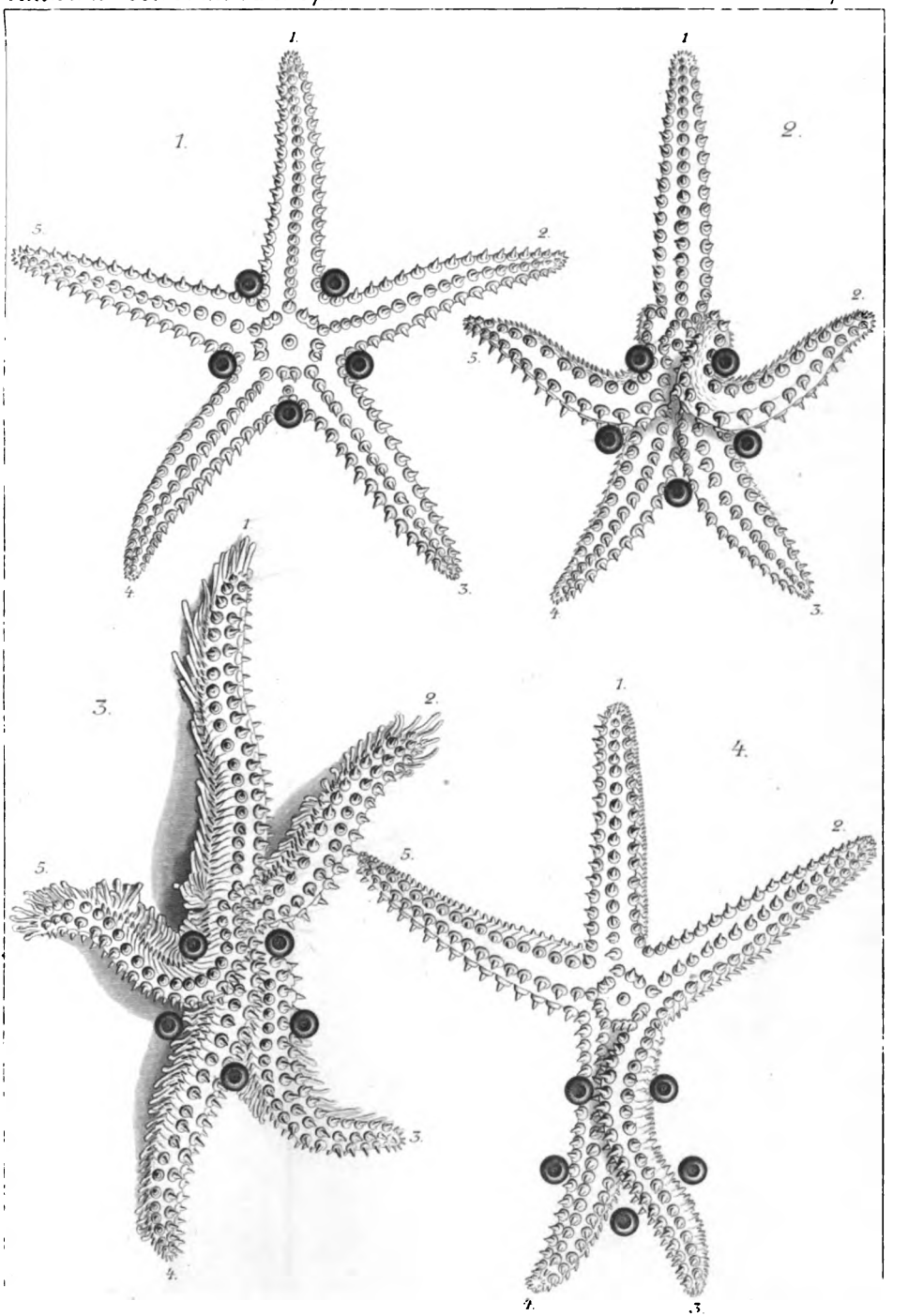
Digitized by Google



A. Ostroumoff ael Verl. v. N. Friedländer & Sohn Berlin. St. lit. A. Sersino-Napoli

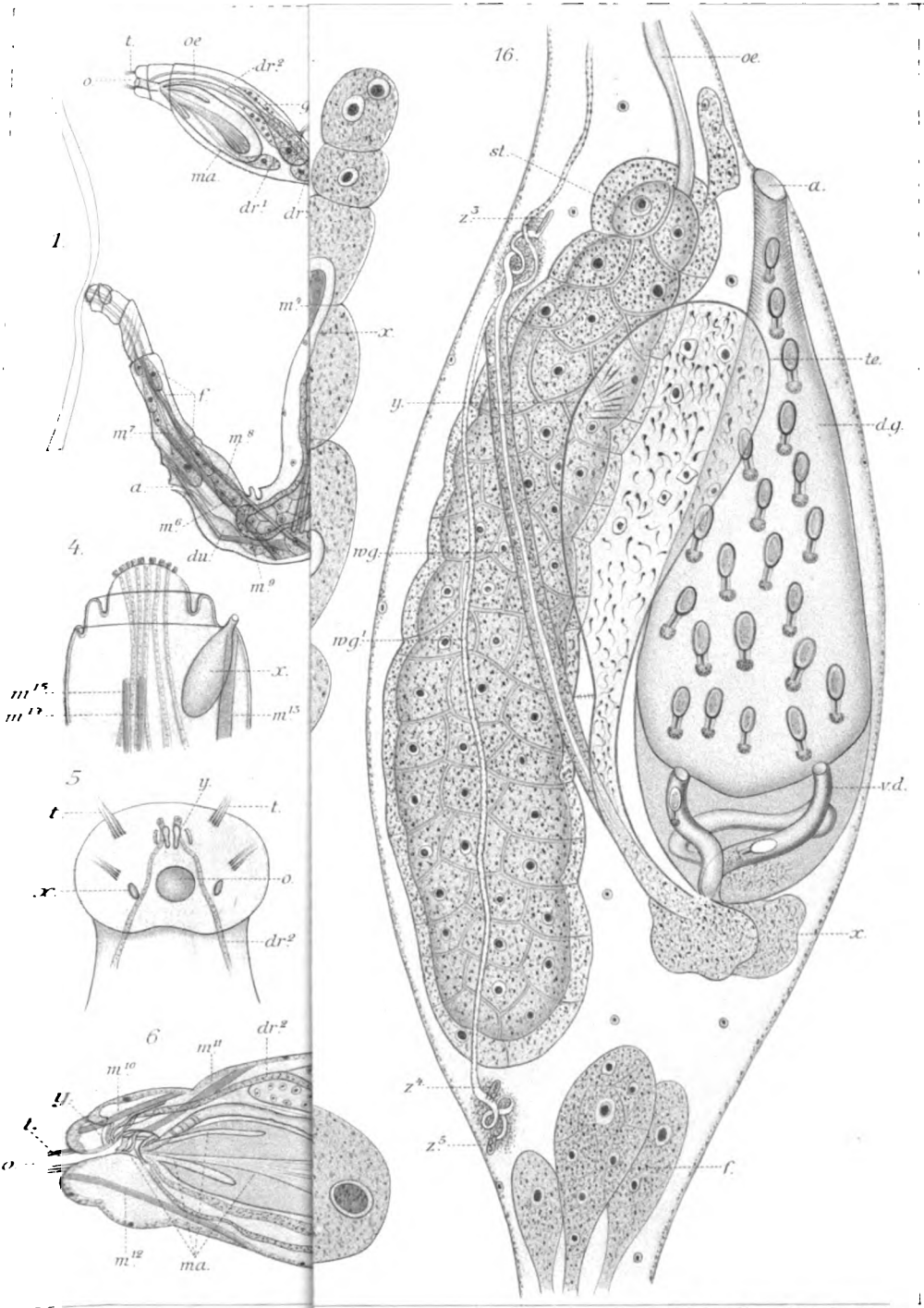
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

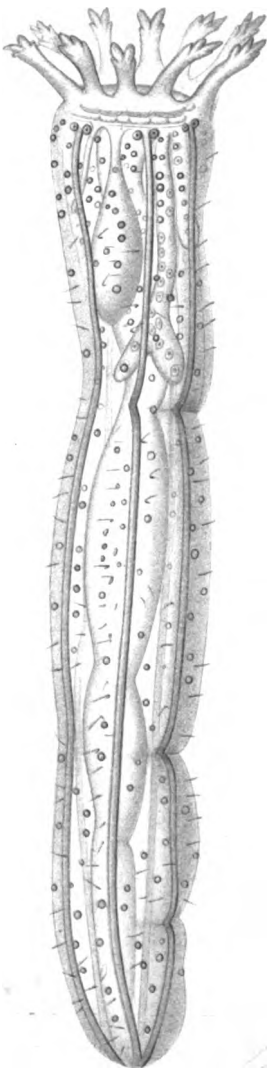


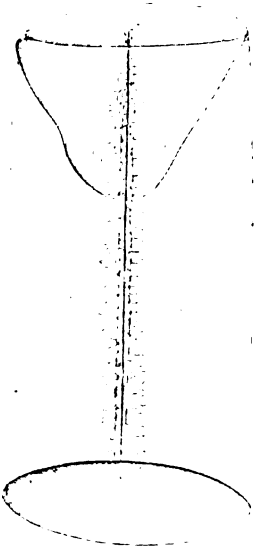
del.

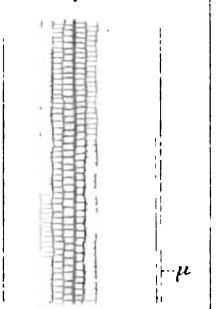
Luth. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

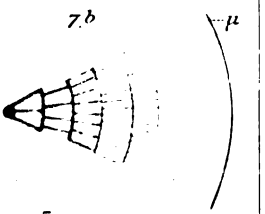
Digitized by Google

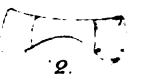
Digitized by Google

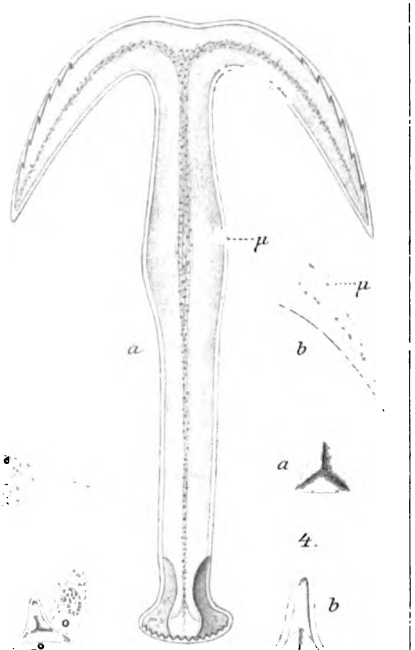


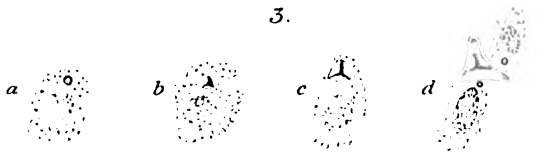






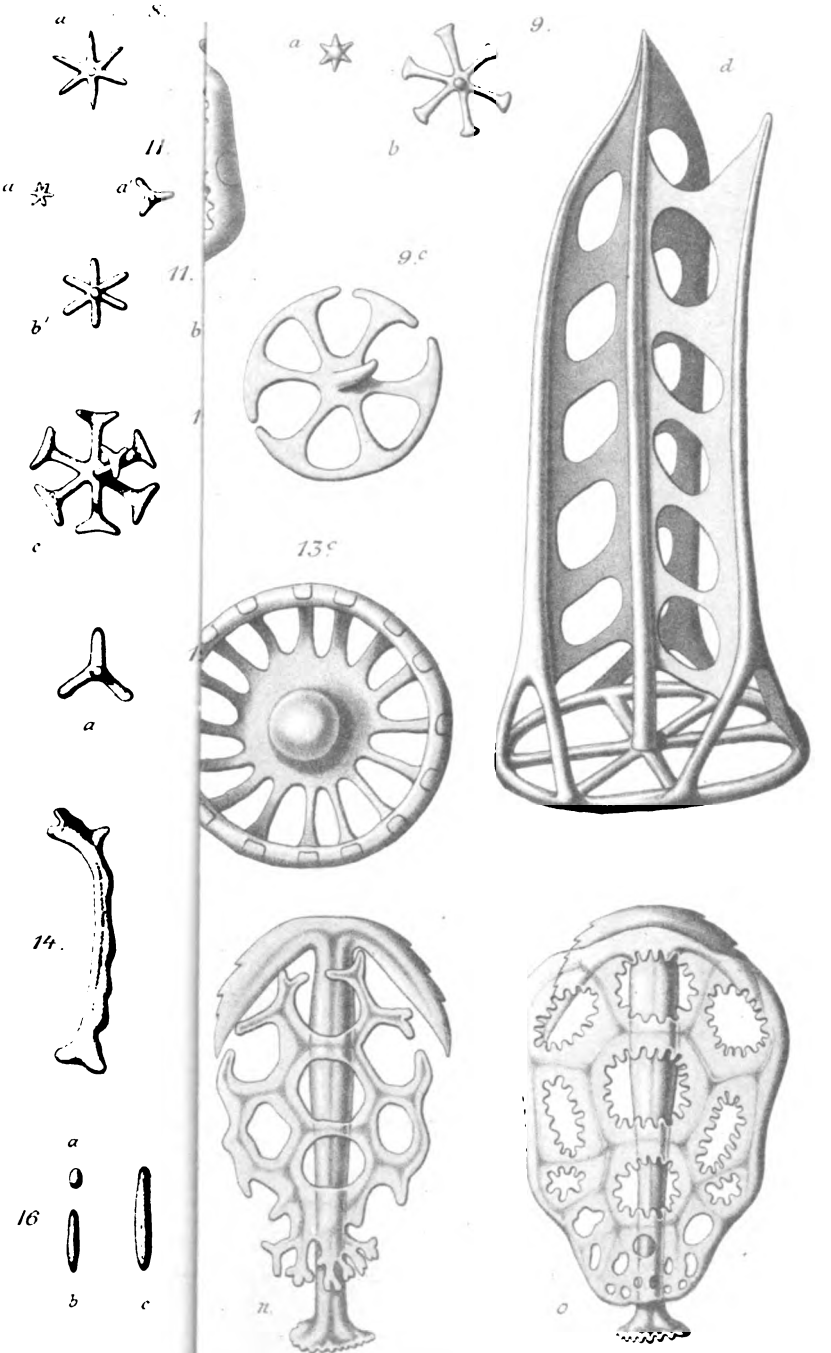






Digitized by Google

Digitized by Google

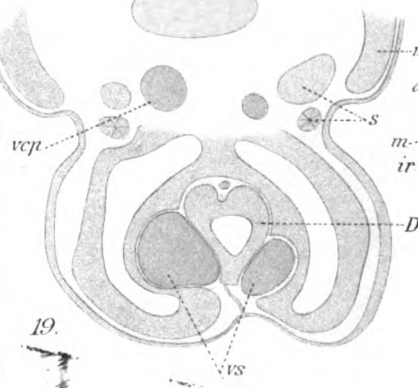


Digitized by Google

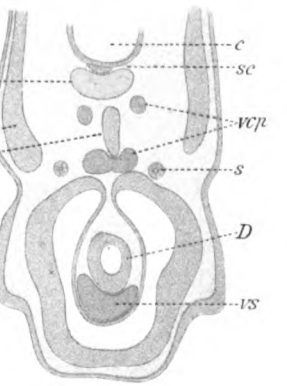
Digitized by Google

2.

19.

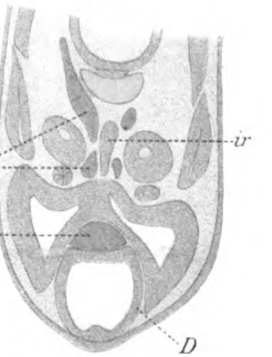


25.

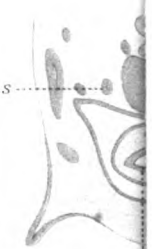


20.

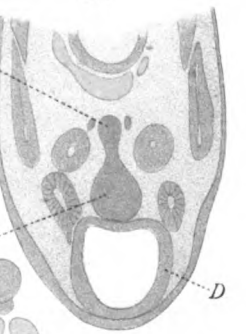
26.



4.

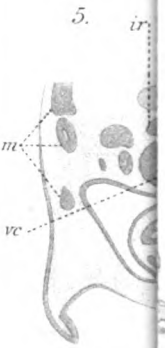


27.



21.

5.



28.

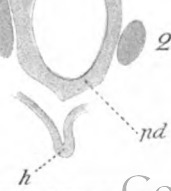
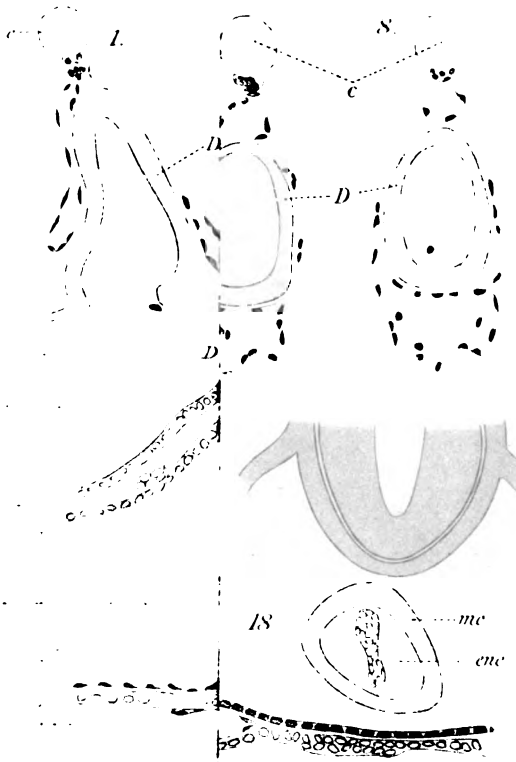


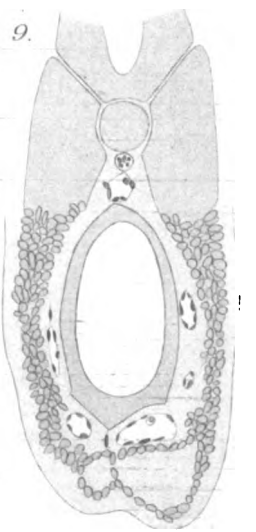
Fig 1-3. C. Merculiano, 4

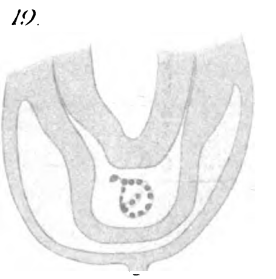
Digitized by Google

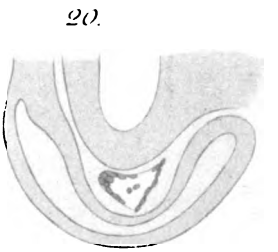
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

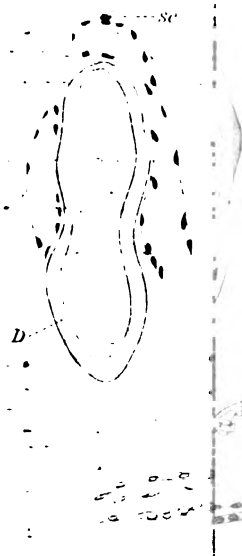
Digitized by Google









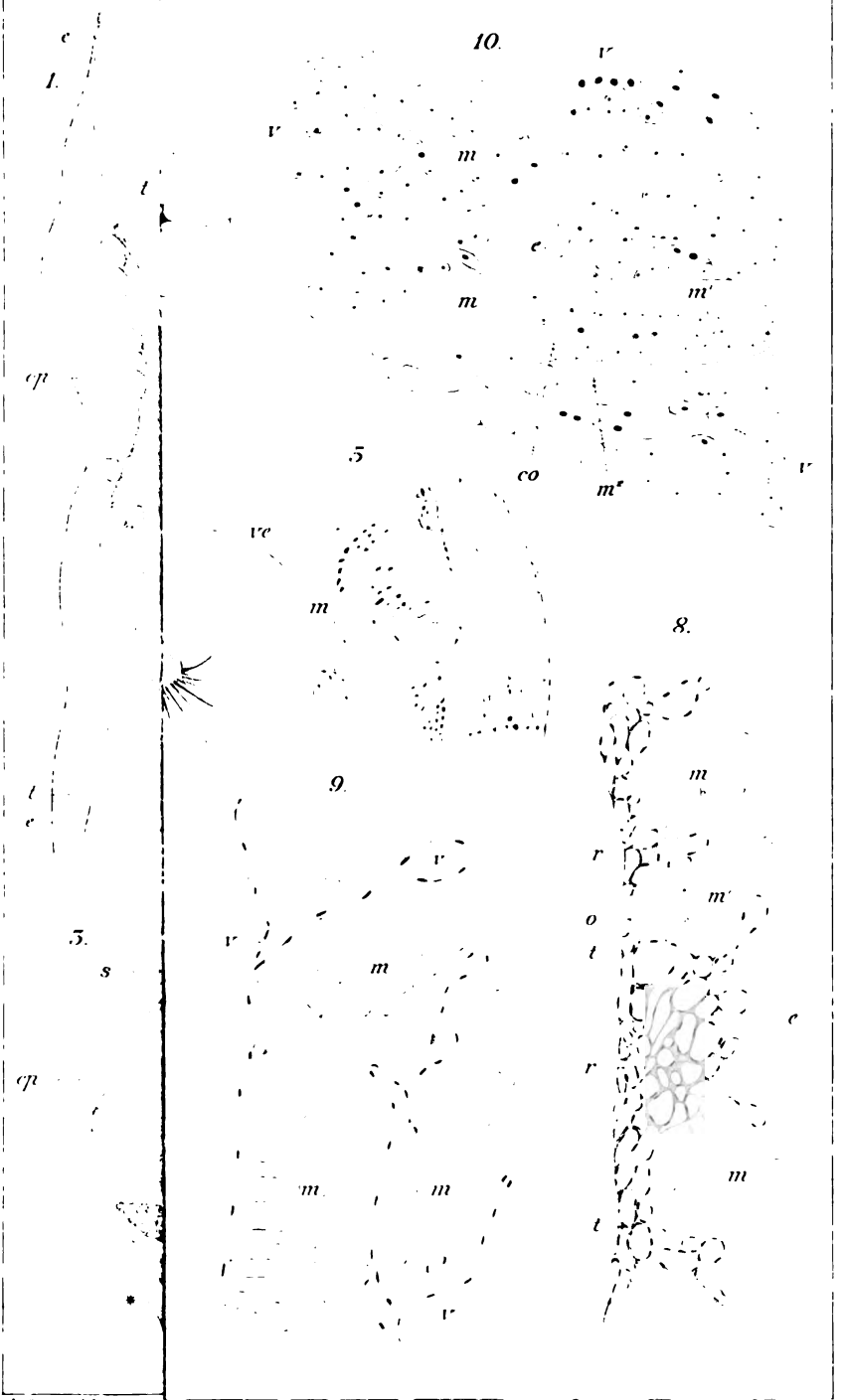


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

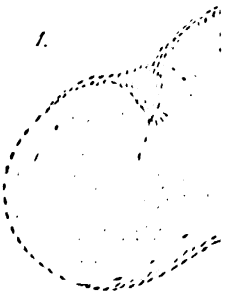
Digitized by Google



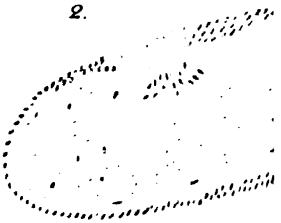
Digitized by Google

Digitized by Google

1.



2.

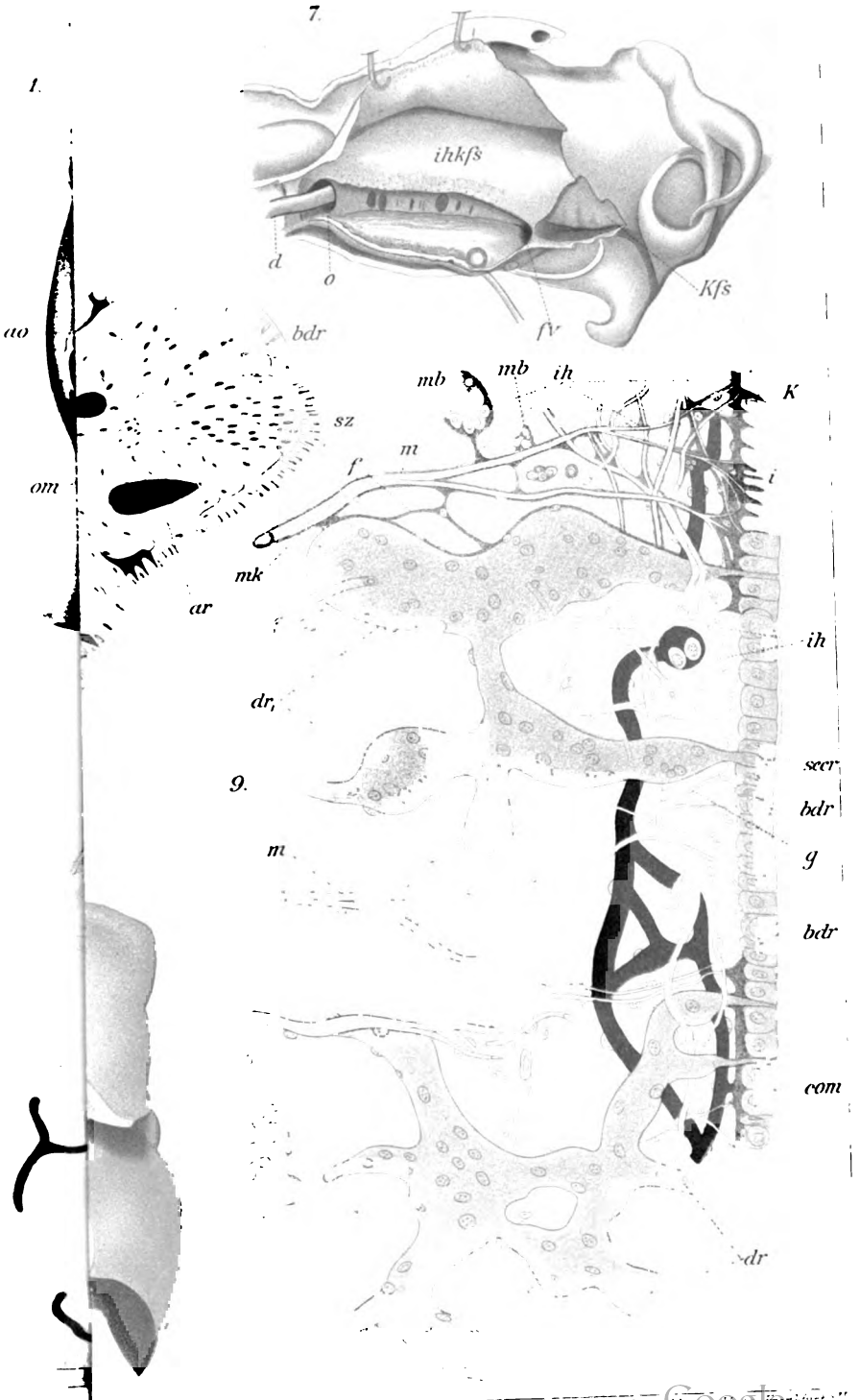


4.

5.

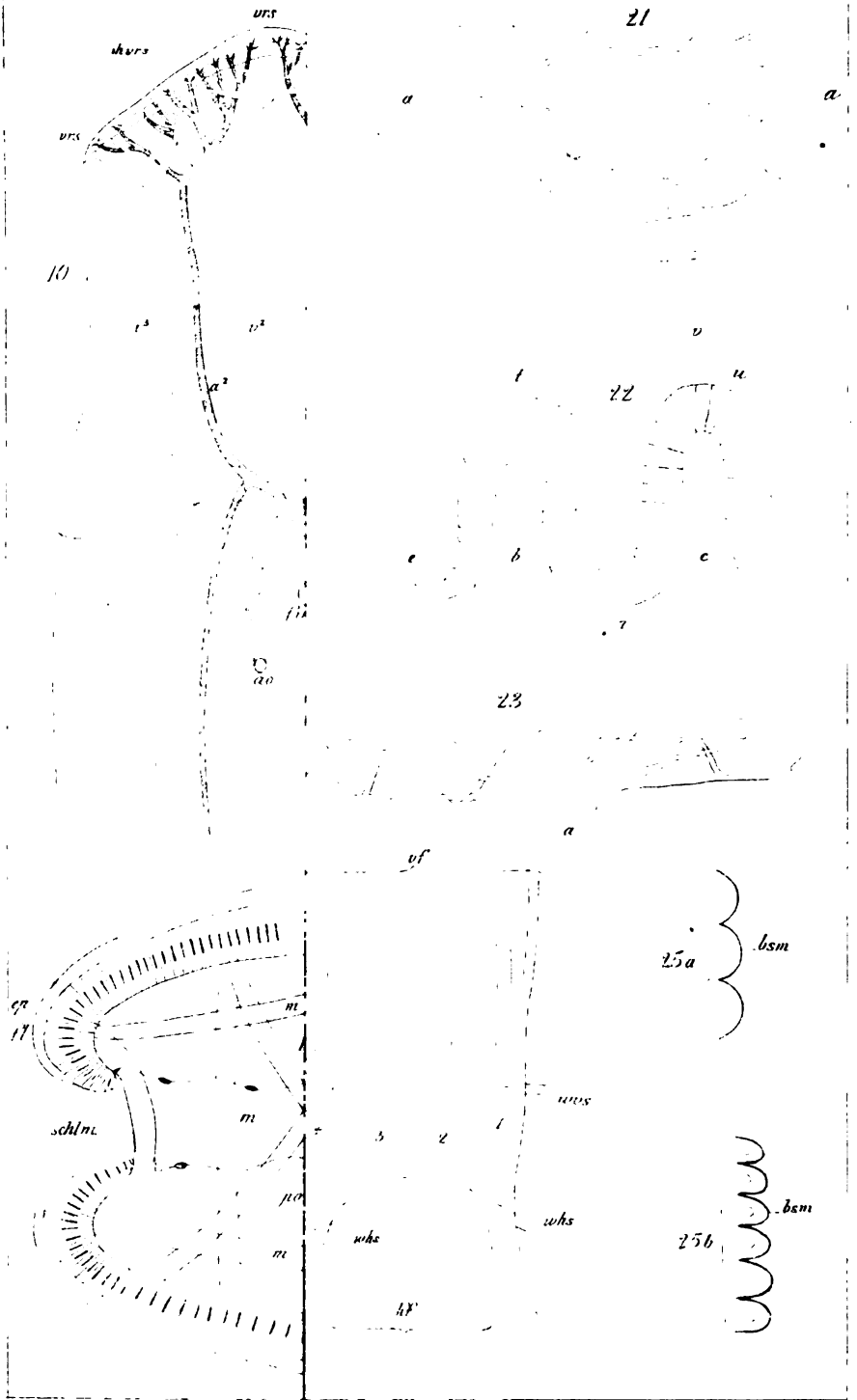
Digitized by Google

Digitized by Google



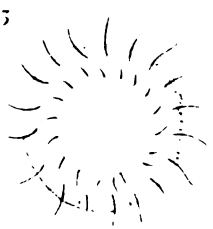
Digitized by Google

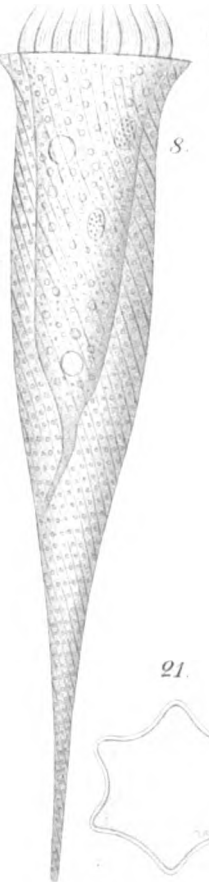
Digitized by Google

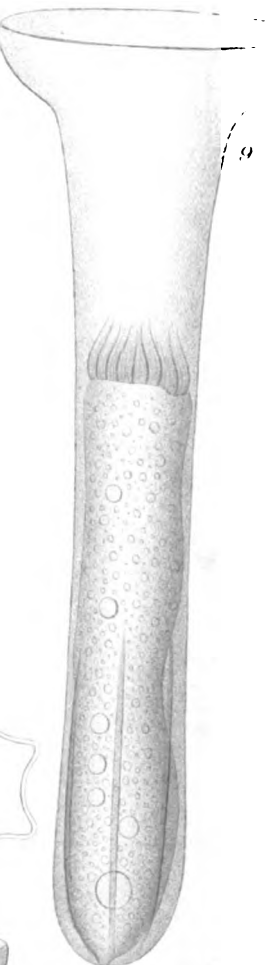


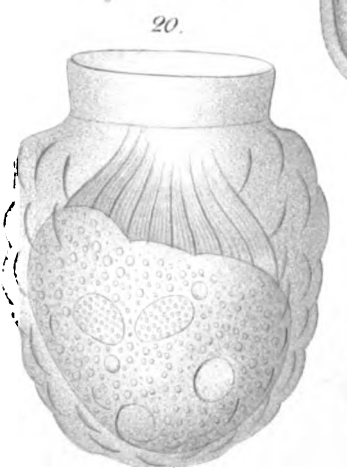
Digitized by Google

Digitized by Google



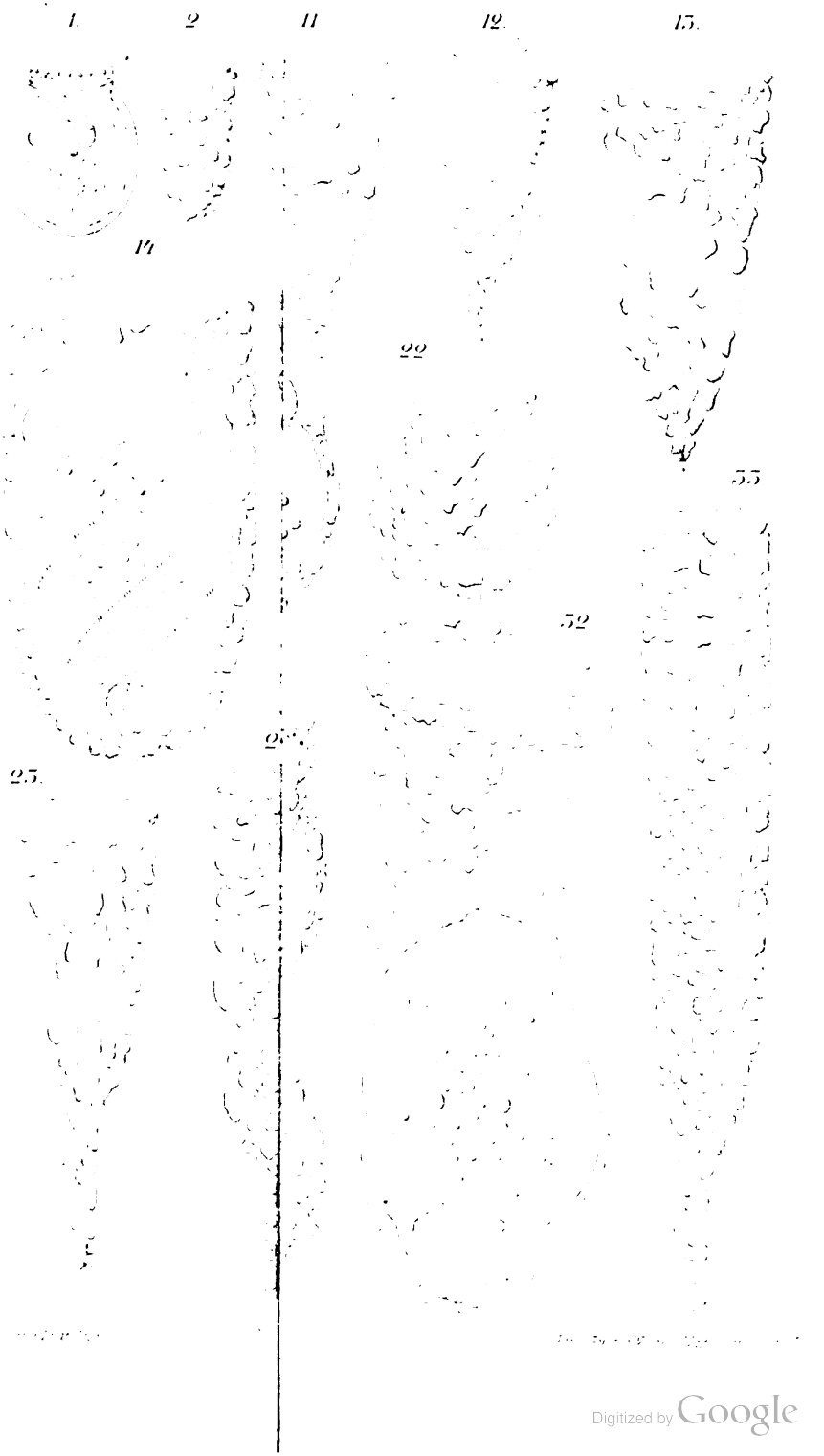






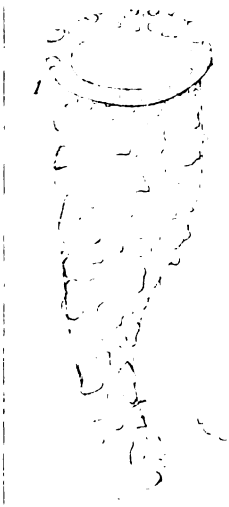
Digitized by Google

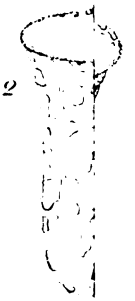
Digitized by Google

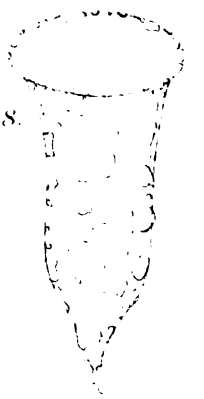


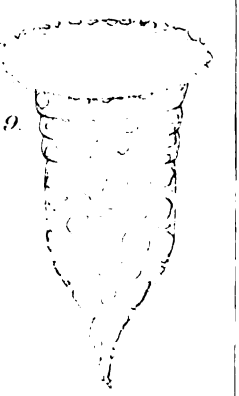
Digitized by Google

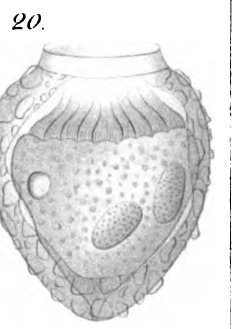
Digitized by Google

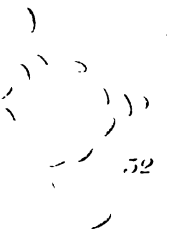






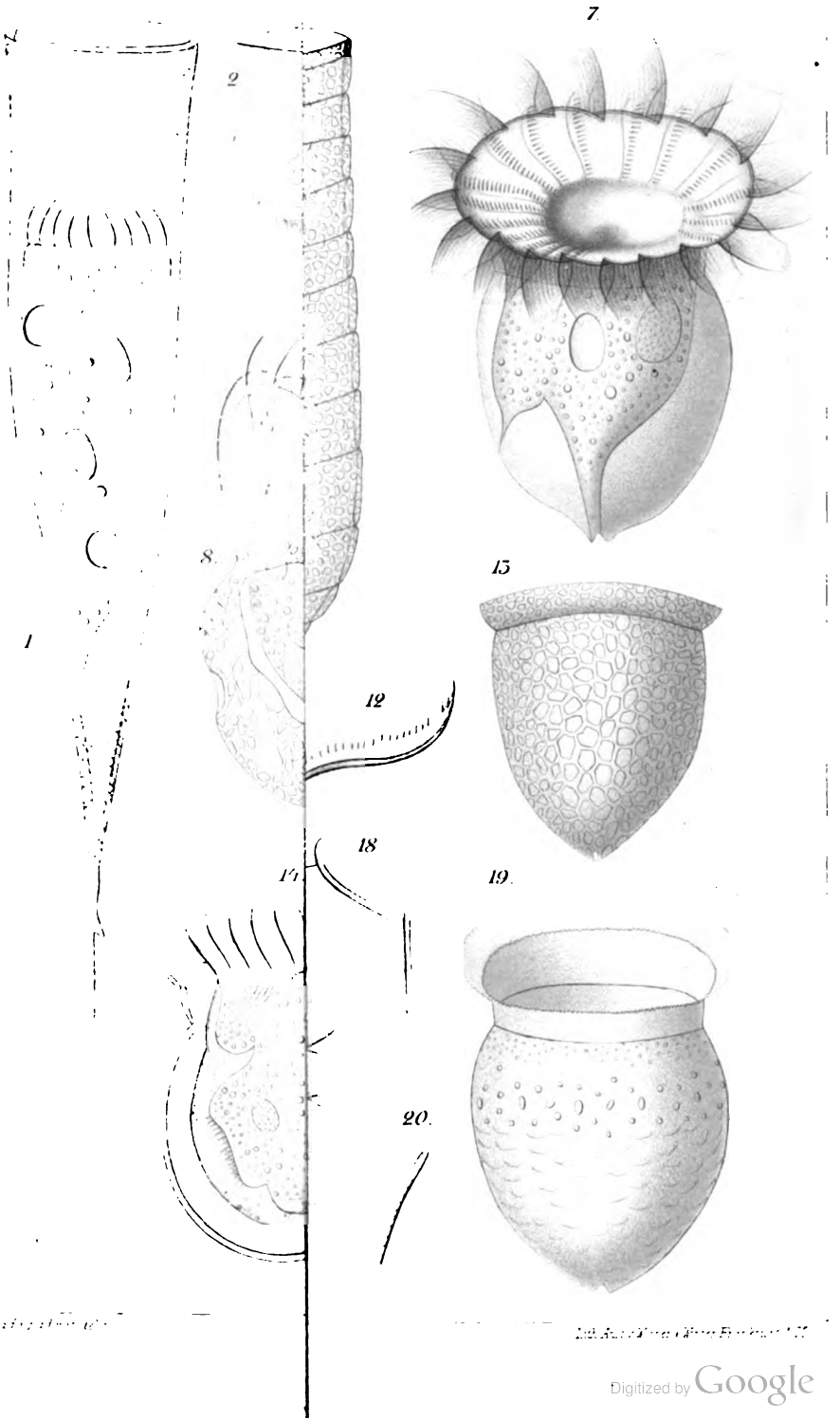






Digitized by Google

Digitized by Google

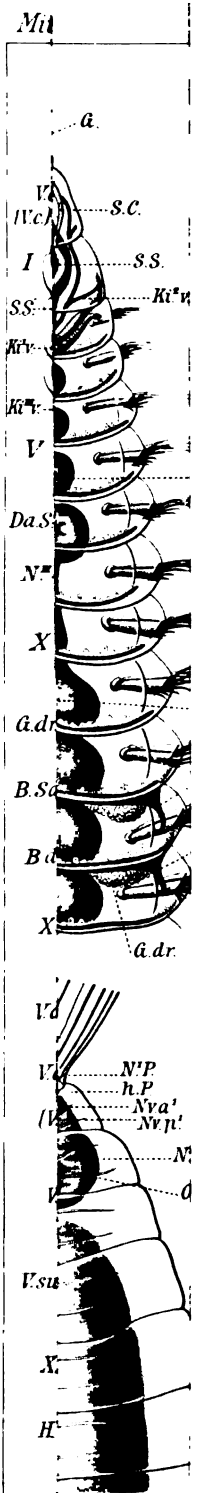


Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

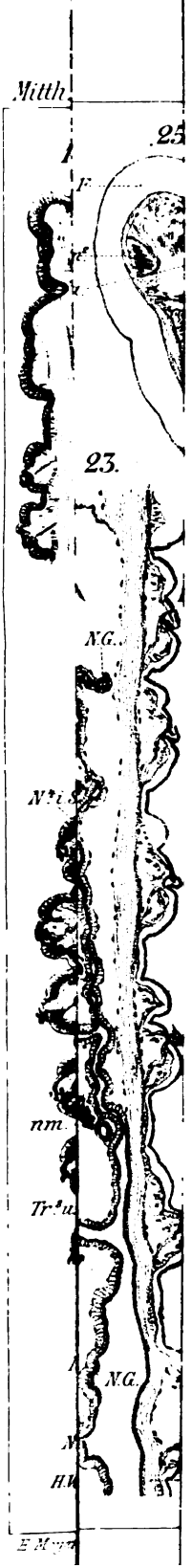


Digitized by Google

Digitized by Google

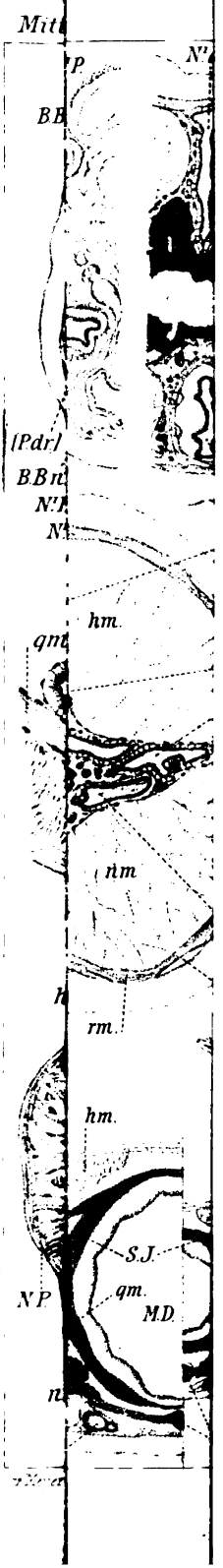
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

7098
Jan 24, 1887

MITTHEILUNGEN

AUS DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL

ZUGLEICH EIN

REPERTORIUM FÜR MITTELMEERKUNDE.

SIEBENTER BAND.

I. HEFT.

MIT 3 TAFELN u. 27 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN,
VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.
1886.

Ausgegeben den 16. December 1886.

Bd. VI, Heft 1 mit 8 Tafeln und 1 Abbildung erschien im März 1885 zum Preise von 14 Mark.
Bd. VI, Heft 2 mit 11 Tafeln, im September 1885 zum Preise von 16 Mark.
Bd. VI, Heft 3 mit 5 Tafeln, im December 1885 zum Preise von 10 Mark.
Bd. VI, Heft 4 mit 8 Tafeln, im Juni 1886 zum Preise von 15 Mark.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Albert, F., Über die Fortpflanzung von Haplosyllis spongicola Gr. (Mit Taf. 1.) 1

Preyer, W., Über die Bewegungen der Seesterne. Erste Hälfte. (Mit 27 Holzschnitten.) 2

Dohrn, A., Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. (Mit Taf. 2 u. 3.) XI. Spritzlochkieme der Selachier, Kiemendeckelkieme der Ganoiden, Pseudobranchie der Teleostier. 128

Die Herren Mitarbeiter der »Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel« erhalten von ihren Abhandlungen und Aufsätzen 40 Separatabzüge.

Verlag von Ferdinand Enke in Stuttgart.

Soeben erschien:

Das zootomische Practicum.

Eine Anleitung zur Ausführung zoologischer Untersuchungen für Studirende der Naturwissenschaften, Mediciner, Ärzte und Lehrer

von Professor Dr. **M. Braun**

in Dorpat.

Mit 122 Holzschnitten. 8. geh. Preis ℳ 7.

R. Friedländer & Sohn in Berlin N. W. 6, Carlstrasse 11

im Besitz der Restvorräthe von

E. Haeckel

Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren

Ein Band in 4. mit 14 colorirten Tafeln, 1869,

liefern bis auf Weiteres Exemplare zum Preise von 16 Mark.

Digitized by Google

7098
June 8. 1887.

MITTHEILUNGEN

AUS DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL

ZUGLEICH EIN

REPERTORIUM FÜR MITTELMEERKUNDE.

SIEBENTER BAND.

II. HEFT.

MIT 9 TAFELN.

BERLIN,
VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.
1887.

Ausgegeben den 18. April 1887.

Bd. VII, Heft 1 mit 3 Tafeln und 27 Holzschnitten erschien im December 1886 zum Preise von 10 Mark.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Emery, C., Intorno alla muscolatura liscia e striata della Nephthys scolopendroides D. Ch. (Con tav. 13.) 371

Coggi, A., Intorno ai corpi rossi della vescica natatoria di alcuni Teleostei. (Con tav. 14.) 381

Semon, R., Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres. 2. Mittheilung. (Mit Taf. 15.) 401

Schiemenz, P., Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden (einschließlich der Pteropoden). Zweiter Theil. (Mit Taf. 16 und 17.) 423

Die Herren Mitarbeiter der »Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel« erhalten von ihren Abhandlungen 40 Separatabzüge.

In unserem Verlage erschien soeben:

S. Clessin,

Excursions-Molluskenfauna Oesterreich-Ungarns und der Schweiz.

Lfg. 1. 10 Bogen Text mit eingedruckten Abbildungen. 8° geh. 3 Mark.

Bildet den II. Theil der bereits in 2. Auflage vom gleichen Herrn Verfasser bei uns erschienenen **Deutschen Excursions-Molluskenfauna** (12 Mark) und ist eine **unbedingt nöthige** Ergänzung hierzu. Mit vier gleichstarken Lieferungen wird das Werk binnen Jahresfrist vollendet sein.

Alle Buchhandlungen nehmen Bestellungen darauf entgegen und können Lieferung 1 zur Ansicht vorlegen.

Verlagsbuchhandlung **Bauer & Raspe** Nürnberg.

Digitized by Google

3

257.2

7098
Feb 8. 1888.

MITTHEILUNGEN

AUS DER

ZOOLOGISCHEN STATION ZU NEAPEL

ZUGLEICH EIN

REPERTORIUM FÜR MITTELMEERKUNDE.

SIEBENTER BAND.

III. HEFT.

MIT 5 TAFELN.

BERLIN,

VERLAG VON R. FRIEDLÄNDER & SOHN.

1887.

Ausgegeben den 12. September 1887.

Bd. VII, Heft 1 mit 3 Tafeln und 27 Holzschnitten erschien im December 1886 zum Preise von 10 Mark.
Bd. VII, Heft 2 mit 9 Tafeln erschien im April 1887 zum Preise von 16 Mark.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Daday, E. v., Monographie der Familie der Tintinnodeen. (Mit Taf. 18—21.) 473

Meyer, E., Studien über den Körperbau der Anneliden. (Mit Taf. 22—27 und 3 Holzschnitten.) 592

Apáthy, J. v., Methode zur Verfertigung längerer Schnittserien in Celloidin 742

Die Herren Mitarbeiter der »Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel« erhalten von ihren Abhandlungen 40 Separatabzüge.

Bound December, 1888

R. Friedländer & Sohn in Berlin, N.W. 6., Carlstrasse 11.

Soeben erschien in unserem Verlage:

Die Indisch-Australischen Myriopoden.

I. Chilopoden.

Von

Dr. Erich Haase.

Ein Band in gross-4. von 118 Seiten mit 6 Tafeln in Lichtdruck (118 Abbildungen.
Preis 20 Mark.

Wird später die No. 5 der in unserem Verlage erscheinenden

Abhandlungen und Berichte

des

k. Zoologischen und Anthropologisch-Ethnographischen Museums zu Dresden

Herausgegeben von Dr. **A. B. Meyer,**

kgl. Hofrath, Director des Museums

bilden. Über den weiteren Inhalt des ersten Bandes (1886—87) werden wir baldigst Mittheilung machen.

Digitized by Google

Digitized by Google

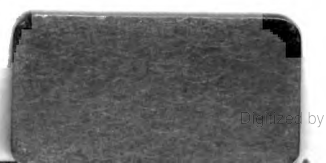
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 106 267 495

Date Due



Digitized by Google